



TUGAS AKHIR – TM 145502

**ANALISA STRUKTUR RANGKA MESIN 3 IN 1 PEMBUAT
KERUPUK SERMIER DENGAN MENGGUNAKAN
SOFTWARE ANSYS WORKBENCH 14.0**

**MUH SEPTA HENDRIYARTO
2112 030 065**

**Dosen Pembimbing
Liza Rusdiyana, ST, MT**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015**



FINAL PROJECT – TM 145502

**STRUCTURE ANALYSIS FRAME ON THE 3 IN1
SERMIER CRACKERS MACHINE BY USE OF
SOFTWARE ANSYS WORKBENCH 14.0**

**MUH SEPTA HENDRIYARTO
2112 030 065**

**Counsellor Lecture
Liza Rusdiyana, ST, MT**

**DIPLOMA III STUDY PROGRAM
MECHANICAL ENGINEERING
Industrial Technology Faculty
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS STRUKTUR RANGKA MESIN 3 IN 1 PEMBUAT KERUPUK SERMIER DENGAN MENGUNAKAN SOFTWARE ANSYS WORKBENCH 14.0

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Bidang Studi Manufactur
Program Studi Diploma III
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

MUH SEPTA HENDRIYARTO
NRP. 2112 030 065

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Liza Rusdiyana, ST.MT
NIP.198005172010122002

SURABAYA,
JULI 2015

ANALISA STRUKTUR RANGKA MESIN 3 IN 1 PEMBUAT KERUPUK SERMIER DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ANSYS WORKBENCH 14.0

Nama Mahasiswa : Muh Septa Hendriyarto
NRP : 2112 030 065
Jurusan : D3 Teknik Mesin FTI – ITS
Dosen Pembimbing : Liza Rusdiyana, ST., MT.

Abstrak

Indonesia merupakan Negara yang kaya akan berbagai jenis makanan. Setiap makanan cenderung identik dengan kerupuk. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan kerupuk selalu meningkat. Maka dari itu, perlu didorong oleh produksi pembuatan kerupuk yang dapat memenuhi akan kebutuhan tersebut. Yaitu dengan membuat mesin 3 in 1 pembuat krupuk sermier untuk meningkatkan produktivitas.

Di lain sisi ketika proses pembuatan mesin 3 in 1 pembuat kerupuk sermier perlu memperhatikan struktur rangka mesin tersebut, karena kerangka sebagai tempat menempelnya komponen komponen mesin lainnya. Pada tugas akhir ini dilakukan analisa terhadap rangka yang dikenai beban apakah dapat dikatakan aman atau tidak. Rangka mesin 3 in 1 pembuat krupuk sermier kemudian diuji melalui pengujian teoritis maupun dengan menggunakan software ansys workbench 14.0.

Setelah dilakukan simulasi, rangka mesin pembuat kerupuk sermier ini masih dalam keadaan aman. Terlihat dari tegangan maksimum terbesar rangka baik dari hitungan teoritis yaitu 25,39 atau dari simulasi numerik ANSYS yaitu 23,9 MPa yang masih dibawah tegangan ijin yaitu sebesar 125 MPa. Selain itu, selisih tegangan terbesar antara perhitungan teoritis ataupun simulasi hanya 1,4 MPa.

Kata Kunci : Rangka, Tegangan, ANSYS

STRUCTURE ANALYSIS FRAME ON THE 3 IN 1 SERMIER CRACKERS MACHINE BY USE OF SOFTWARE ANSYS WORKBENCH 14.0

Name of Student : Muh. Septa Hendriyarto
NRP : 2112 030 065
Department : Diploma III Mechanical Eng. Dept.
Counsollor Lecturer : Liza Rusdiyana, ST., MT.

Abstract

Indonesia is a country which is rich in many kinds of food. Any foods tend to be added with crackers. This led to the necessity of crackers is always increasing. Therefore, it needs to be driven by the production of crackers that can meet those needs. That is to make 3 in 1 machine to increase sermier crackers productivity.

On the other side, the process of making the 3 in 1 sermier crackers machine need to be paid attention to the machine frame structure, because the frame works as a place for the other machine components. In this final project, performed analysis on the frame that affected by the load so it can be said to be secure or not. The frame of 3 in 1 sermier crackers machine then tested theoretically as well as using software ansys workbench 14.0.

After simulation, the frame of 3 in 1 sermier cracker machine is still in secure state. Seen from the frame's maximum stress theoretically is 25,39 as well as numeric simulation by ANSYS is 23,9 MPa that is still below stress which permitted of 125 MPa. In addition the largest stress difference between theoretical calculations and simulations are only 1,4 MPa.

Keyword : Frame, Stress, ANSYS

KATA PENGANTAR

Bismillaahhirrahmaanirrahiim,

Segala puji bagi Allah yang telah memberikan ridho, rizki, hidayah, dan inayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul

“ANALISA STRUKTUR RANGKA MESIN 3 IN 1 PEMBUAT KERUPUK SERMIER DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ANSYS WORKBENCH 14.0”

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis berusaha menerapkan ilmu yang didapat selama menjalani perkuliahan di D3 Teknik Mesin. Keberhasilan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Ibu Liza Rusdiyana ST, MT selaku dosen pembimbing dan juga koordinator Tugas akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan ide, arahan, bimbingan dan motivasi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir.Suhariyanto,MT selaku kepala program studi D3 Teknik Mesin.
3. Bapak Ir. Denny M.E Soedjono, MT Selaku Dosen Wali penulis yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dalam pengambilan mata kuliah dari awal mahasiswa baru sampai saat ini.
4. Segenap staff dan karyawan D3 Teknik Mesin yang telah membantu dan memberi ilmu pengetahuan selama penulis menimba ilmu di jurusan D3 Teknik Mesin ini.
5. Teknisi Laboratorium D3 Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membantu penulis dalam jalannya perkuliahan di laboratorium.
6. Bapak Mubayin dan Ibu Retnoningsih selaku orang tua yang selalu memberikan doa kesuksesan serta dukungan dalam bentuk apapun.

7. Muh Ikhsan Hariadi dan Dewi Susilowati selaku kakak yang selalu memberikan motivasi dan dukungan.
8. Segenap keluarga besar penulis yang tidak henti hentinya memberikan doa maupun dukungan secara moril maupun materi.
9. Aidilla Fitri Rachmawati, Pandu Fajar Pradana, dan Prastika Dwi Agustin selaku rekan Tugas Akhir penulis yang telah menyisihkan banyak waktu untuk mengerjakan buku Tugas Akhir ini.
10. Rekan-rekan Kabinet Rekonstruksi 2014/2015.
11. Rekan-Rekan LDJ yang memotivasi dalam perkuliahan.
12. Seluruh keluarga mahasiswa 2012, 2013, 2014 D3 Teknik Mesin yang selalu membantu bersama.
13. Achmad Alwi selaku rekan kost yang memberi semangat dan juga canda tawa saat jenuh menyelesaikan buku tugas akhir ini.
14. Serta rekan-rekan seperjuangan di JMMI ataupun pihak yang telah memberi dukungan, motivasi, dan doa kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari berbagai pihak, yang dapat mengembangkan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Program studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS.

Surabaya, 16 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
 BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Profil dan Dimensi Kerangka	5
2.3 Faktor Keamanan	5
2.4 Tegangan Dan Analisa Gaya	7
2.4.1 Tegangan Bending.....	9
2.4.2 Tegangan Geser.....	10
2.4.3 Tegangan Ijin	10
2.4.4 Tegangan Tekan	10
2.5 Keseimbangan Benda Tegar.....	11
2.6 Momen Inersia Batang	11
2.6.1 Momen Inersia pada batang tipis	12
2.6.2 Momen Inersia pada Silinder pejal	12
2.6.3 Momen Inersia pada silinder berongga	13
2.7 Tumpuan dan reaksi tumpuan	14
2.8 Metode Elemen Hingga.....	15
2.8.1 Meshing.....	17
2.8.2 Material Properties	18

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Penulisan Laporan Tugas Akhir	23
3.2.1 Perencanaan Struktur dan model rangka mesin.....	23
3.2.2 Perhitungan Tegangan maksimum secara teoritis	23
3.2.3 Perhitungan Tegangan Maksimum dengan software ANSYS Workbench 14.0	23
3.2.4 Data-data yang dibutuhkan.....	23
3.2.5 Menggambar rangka dalam software Solidwork.....	23
3.2.6 Simulasi Beban Statis dengan Ansys	24
3.2.7 Pembuatan Buku Laporan	24
3.3 Gambaran umum tentang alat.....	24
3.4 Langkah-langkah simulasi perhitungan dengan ANSYS Workbench 14.0	25

BAB IV ANALYSIS DAN PERHITUNGAN

4.1 Perhitungan Teoritis pada kerangka	34
4.2 Momen Inersia pada kerangka.....	43
4.3 Diagram geser dan diagram momen pada Kerangka	46
4.4 Tegangan Maksimum kerangka	64
4.5 Perhitungan software ANSYS Workbench 14.0.....	70
4.6 Validasi Perhitungan	78

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	80

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Keamanan yang disarankan	6
Tabel 2.2 Jenis Tumpuan dan Reaksinya	14
Tabel 2.3 Material Properties ASTM A36	19
Tabel 3.1 Massa pada bagian mesin	25
Tabel 4.1 Data Input ANSYS	70
Tabel 4.2 Validasi Perhitungan Teoritis dengan simulasi ANSYS	78

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Baja profil siku	5
Gambar 2.2 Bidang Kerja Gaya Normal	8
Gambar 2.3 Momen Bending	9
Gambar 2.4 Balok Diberi Tegangan Geser.....	10
Gambar 2.5 Gaya Tekan Aksis.....	11
Gambar 2.6 Inersia Batang	12
Gambar 2.7 Inersia pada Silinder Pejal	12
Gambar 2.8 Inersia pada Silinder Berongga.....	13
Gambar 2.9 Logo Software Ansys	16
Gambar 2.10 Tahap pengerjaan.....	16
Gambar 2.11 Contoh hasil meshing	18
Gambar 3.1 Diagram alir perhitungan tegangan maksimum kerangka mesin secara teoritis maupun simulasi numeric	22
Gambar 3.2 Kerangka Mesin pembuat krupuk sermier.....	24
Gambar 3.3 Bagian komponen kerangka dalam bentuk 3D	26
Gambar 3.4 Cara penyimpanan dalam format “.sldprt”	26
Gambar 3.5 Tampilan awal dari <i>Static Struktural</i> pada ANSYS Workbench 14.0.....	27
Gambar 3.6 Pemilihan bahan pada <i>engineering data</i>	28
Gambar 3.7 Cara import gambar “.sldprt” ke dalam ANSYS Workbench 14.0	28
Gambar 3.8 Tampilan awal model geometri	29
Gambar 3.9 Tampilan pergantian jenis material	29
Gambar 3.10 Pemilihan metode meshing.....	30
Gambar 3.11 Tampilan update meshing.....	30
Gambar 3.12 Penentuan bagian fixed support.....	31
Gambar 3.13 Pembebanan pada lower frame.....	31
Gambar 3.14 Pemilihan solution pada ANSYS.....	32
Gambar 3.15 Tampilan nilai tegangan yang maksimal	32

Gambar 4.1 Rangka bagian <i>upper frame</i> depan	33
Gambar 4.2 Diagram benda bebas untuk <i>upper</i> <i>frame</i> depan.....	34
Gambar 4.3 <i>Upper Frame</i> belakang	35
Gambar 4.4 Diagram benda bebas untuk <i>upper</i> <i>frame</i> belakang.....	35
Gambar 4.5 <i>Middle up frame</i> belakang	36
Gambar 4.6 Diagram benda bebas untuk <i>middle</i> <i>up frame</i>	37
Gambar 4.7 <i>Middle up frame</i> samping	38
Gambar 4.8 Diagram benda bebas <i>middle</i> <i>up frame</i> samping.....	38
Gambar 4.9 Motor <i>support</i>	39
Gambar 4.10 Diagram benda bebas motor <i>support</i>	39
Gambar 4.11 <i>Middle down frame</i>	40
Gambar 4.12 Diagram benda bebas <i>middle down frame</i>	40
Gambar 4.13 <i>Down frame</i>	41
Gambar 4.14 Diagram benda bebas <i>down frame</i>	42
Gambar 4.15 Potongan penampang frame	43
Gambar 4.16 Penampang frame bagian atas.....	44
Gambar 4.17 Penampang pada bagian <i>middle</i> <i>down frame</i>	44
Gambar 4.18 Penampang pada bagian motor support.....	45
Gambar 4.19 Penampang base pengaduk	46
Gambar 4.20 Potongan diagram benda bebas <i>upper</i> <i>frame</i> depan.....	46
Gambar 4.21 Potongan kiri <i>upper frame</i> depan.....	47
Gambar 4.22 Potongan kanan <i>upper frame</i> depan.....	48
Gambar 4.23 Diagram geser <i>upper frame</i> depan.....	49
Gambar 4.24 Diagram momen <i>upper frame</i> depan	49
Gambar 4.25 Potongan <i>upper frame</i> belakang	49
Gambar 4.26 Potongan kiri dari <i>upper frame</i> belakang	50

Gambar 4.27 Potongan kanan dari <i>upper frame</i> belakang ...	51
Gambar 4.28 Diagram geser <i>upper frame</i> belakang.....	52
Gambar 4.29 Diagram momen <i>upper frame</i> belakang	52
Gambar 4.30 Potongan <i>middle up frame</i> belakang	52
Gambar 4.31 Potongan kiri <i>middle up frame</i> belakang	53
Gambar 4.32 Potongan kanan <i>middle up frame</i> belakang....	54
Gambar 4.33 Diagram geser <i>middle up frame</i> belakang	55
Gambar 4.34 Diagram momen <i>middle up frame</i> belakang...	55
Gambar 4.35 Potongan <i>middle up frame</i> sampling	55
Gambar 4.36 Potongan kiri <i>middle up frame</i> sampling	56
Gambar 4.37 Potongan kanan <i>middle up frame</i> sampling.....	57
Gambar 4.38 Diagram geser <i>middle up frame</i> sampling	58
Gambar 4.39 Diagram momen <i>middle up frame</i> sampling....	58
Gambar 4.40 Potongan <i>middle down frame</i>	58
Gambar 4.41 Potongan kiri <i>middle down frame</i>	59
Gambar 4.42 Potongan kanan <i>middle down frame</i>	60
Gambar 4.43 Diagram geser <i>middle down frame</i>	61
Gambar 4.44 Diagram momen <i>middle down frame</i>	61
Gambar 4.45 Potongan <i>down frame</i>	61
Gambar 4.46 Potongan kiri <i>down frame</i>	62
Gambar 4.47 Potongan kanan <i>middle frame</i> depan.....	63
Gambar 4.48 Diagram Geser <i>down frame</i>	64
Gambar 4.49 Diagram Momen <i>down frame</i>	64
Gambar 4.50 Diagram benda bebas <i>upper frame</i> depan.....	65
Gambar 4.51 Diagram benda bebas <i>upper frame</i> Belakang	66
Gambar 4.52 Diagram benda bebas <i>middle up frame</i> Belakang	66
Gambar 4.53 Diagram benda bebas <i>middle up frame</i> Sampling	67
Gambar 4.54 Diagram benda bebas motor <i>support</i>	68

Gambar 4.55 Diagram benda bebas <i>middle down</i> <i>frame</i>	69
Gambar 4.56 Diagram benda bebas <i>down frame</i>	69
Gambar 4.57 Pembebanan <i>upper frame</i> depan.....	71
Gambar 4.58 Tegangan maksimum pada ANSYS	71
Gambar 4.60 Pembebanan <i>upper frame</i> belakang.....	72
Gambar 4.61 Tegangan maksimum pada ANSYS	72
Gambar 4.62 Pembebanan <i>middle up frame</i> belakang	73
Gambar 4.63 Tegangan maksimum pada ANSYS	73
Gambar 4.64 Pembebanan <i>middle up frame</i> samping	74
Gambar 4.65 Tegangan maksimum pada ANSYS	74
Gambar 4.66 Pembebanan pada motor support.....	75
Gambar 4.67 Pembebanan pada motor support.....	75
Gambar 4.68 Pembebanan <i>middle down frame</i>	76
Gambar 4.69 Tegangan maksimum pada ANSYS	76
Gambar 4.70 Pembebanan pada <i>down frame</i>	77
Gambar 4.71 Tegangan maksimum pada ANSYS	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pemessinan yang semakin maju dari waktu ke waktu, menuntut pula dikembangkannya mesin-mesin produksi yang semakin canggih yang dapat menghasilkan kualitas produksi dan efisiensi waktu yang meningkat. Dimana perkembangan teknologi ini mampu memberikan solusi bagi perusahaan-perusahaan besar ataupun usaha kecil yang membutuhkan tenaga manusia yang lebih sedikit dengan menghasilkan produk dalam jumlah banyak dan memiliki kualitas tinggi serta dapat menambah keuntungan bagi perusahaan itu sendiri.

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang menghasilkan produk aneka makanan. Tetapi dalam proses pengolahannya masih menggunakan cara tradisional, yaitu manual yang membutuhkan banyak tenaga manusia atau bahkan membutuhkan waktu yang lama untuk dapat memproduksinya. Pada Usaha Kecil Menengah (UKM) kerupuk sermier khususnya di daerah Bangsal , Mojokerto masih menggunakan cara sederhana dalam proses produksinya. Dalam hal ini, proses pembuatan kerupuk sermier masih menggunakan cara manual yaitu dengan menggunakan tenaga manusia dan membutuhkan waktu yang lama untuk memproduksi kerupuk sermier dalam jumlah yang banyak. Proses pembuatan krupuk sermier pada UKM tersebut menggunakan tiga tahapan yaitu memarut pohong kemudian disaring airnya dan yang terakhir mencampur dengan bumbu yang sudah disiapkan baru bisa dicetak kedalam piring yang dipanaskan di atas tungku kemudian yang terakhir di jemur.

Di antara permasalahan tersebut, yang paling umum dihadapi yaitu efisiensi dalam pembuatan produk yang kurang, seperti lamanya proses pembuatan dimulai, pamarutan, penyaringan pati, pengadukan dengan bumbu, hingga penjemuran krupuk. Oleh karena itu, untuk membantu proses produksi kerupuk sermier pada produsen-produsen kerupuk

sermier, kami mengupayakan untuk membuat suatu rancang bangun mesin 3 in 1 pembuatan kerupuk sermier yang nantinya diharapkan hasil produksi pembuatan kerupuk ini dapat meningkatkan baik dalam hal efisiensi waktu, kuantitas, dan kualitas produksi.

Untuk mengetahui rangka mesin tersebut masih dalam keadaan aman atau tidak dan kesesuaian tegangan maksimum dengan desain rangka, maka pada tugas akhir ini disampaikan mengenai “ Analisa pada Struktur rangka Mesin 3 in 1 Pembuatan Kerupuk Sermier dengan Menggunakan Software Ansys Workbench 14.0 ”, dengan melakukan perhitungan tegangan maksimum yang diterima oleh rangka mesin secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini yaitu :

1. Apakah kerangka mesin pembuat kerupuk sermier masih aman setelah dikenai pembebanan?
2. Apakah hasil perhitungan teoritis sama dengan hasil analisis dengan software ANSYS Workbench 14.0 ?

1.3 Tujuan Penulisan

1. Mengetahui aman tidaknya kerangka mesin dengan melihat hasil tegangan maksimum baik dengan metode teoritis dengan metode ANSYS Workbench 14.0.
2. Melakukan validasi perhitungan teoritis dengan hasil analisa menggunakan software ansys workbench 14.0.

1.4 Batasan Masalah

Agar masalah tidak melebar dari pembahasan utama, maka ada batasan masalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas sambungan las
2. Tidak membahas tentang biaya produksi
3. Tidak membahas perpindahan panas
4. Tidak membahas gaya dan daya pada mesin.
5. Tidak membahas transmisi mesin

6. Mesin menggunakan kerangka baja profil siku ASTM A36
7. Diasumsikan beban pada kerangka terpusat dan merata
8. Simulasi kerangka menggunakan Static Structural pada Ansys Workbench 14.0
9. Melakukan analisa tegangan pada keseluruhan kerangka mesin yang dikenai pembebanan.

1.5 Manfaat Penulisan

1. Mampu mengetahui tegangan maksimum pada kerangka mesin.
2. Mengetahui keakuratan hasil analisis perhitungan tegangan maksimum manual dengan software Static Struktural ANSYS Workbench 14.1.
3. Dapat dijadikan referensi untuk mengembangkan mesin ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan Tugas Akhir ini terbagi dalam enam bab yang secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas bagaimana tinjauan umum tentang latar belakang, tujuan, batasan masalah, manfaat dan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB II. DASAR TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori penunjang dan dasar perhitungan yang mendukung dalam pembuatan laporan Tugas Akhir.

BAB III. METODOLOGI

Pada bab ini akan dibahas mengenai metodologi perencanaan, diagram alir perancangan dan proses simulasi.

BAB IV. PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perhitungan tegangan maksimum pada kerangka mesin, dan analisis tegangan maksimum dengan software ANSYS 14.1 dan juga mengenai perbandingan keakuratan perhitungan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan berdasarkan tujuan Tugas Akhir dan berisi saran untuk penelitian kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

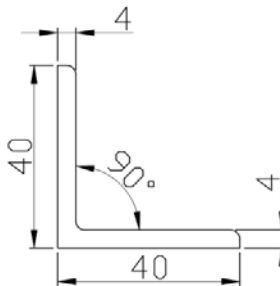
DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa acuan. Acuan yang pertama dari hasil tugas akhir mahasiswa ITS bernama Rishad antony pada tahun 2014 yang berjudul analisa struktur rangka atas dan bawah pada mesin pembuat pelet ikan dengan menggunakan software ANSYS 12.1 dan acuan yang kedua dari hasil Tugas akhir mahasiswa ITS bernama Rahmawan Adhani pada tahun 2013.

2.2 Profil dan Dimensi Kerangka

Profil yang digunakan untuk konstruksi kerangka mesin Pembuat kerupuk sernier tersebut yaitu berbentuk baja profil siku (*equal angle bar*) termasuk dalam kategori baja struktural yang memiliki panjang bermacam macam kemudian disatukan sehingga membentuk konstruksi kerangka mesin 3 in 1 pembuatan krupuk sernier.



Gambar 2.1 Penampang Baja profil siku

2.3 Faktor Keamanan

Faktor Keamanan pada awalnya didefinisikan sebagai suatu bilangan pembagi kekuatan ultimate material untuk menentukan “tegangan kerja” atau “tegangan design”. Perhitungan tegangan design ini pada jaman dulu belum mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti dampak, fatigue, dan lain-lain, sehingga faktor keamanan nilainya cukup besar

yaitu sampai 20-30. Dalam “*modern engineering practice*” , faktor keamanan dalam design harus mempertimbangkan hampir semua faktor yang mungkin meningkatkan terjadinya kegagalan. Factor keamanan merupakan hasil perbandingan dari tegangan luluh sesungguhnya terhadap tegangan maksimum yang terjadi,

$$\text{Faktor Keamanan} = \frac{\text{Tegangan Luluh}}{\text{Tegangan Masimum (yang terjadi)}} \dots\dots(2.1)$$

Beberapa referensi juga mendefinisikan faktor keamanan sebagai perbandingan antara “*design overload*” dan “*normal load*”. Penentuan nilai numerik faktor keamanan sangat tergantung pada berbagai parameter dan pengalaman. Parameter-parameter utama yang harus diperhatikan adalah jenis material, tipe dan mekanisme aplikasi beban, keadaan diberi tegangan, jenis komponen dan lain- lain, sehingga tabel dapat dilihat seperti dibawah ini,

Tabel 2.1 Faktor keamanan yang disarankan

No.	Faktor Keamanan	Parameter dan tingkat ketidakpastian
1.	1,25 – 1,5	Data material yang sangat akurat dan andal, jenis pembebanan yang pasti, metoda perhitungan tegangan yang akurat
2.	1,5 – 2	Data Material yang cukup baik, kondisi lingkungan yang stabil, dan beban serta tegangan yang terjadi dapat dihitung dengan baik.
3.	2,0 – 2,5	Average material, komponen dioperasikan pada lingkungan normal, beban dan tegangan dapat dihitung dengan material
4.	2,5 – 3	Untuk material yang datanya kurang baik, atau material getas

		dengan pembebanan, dan lingkungan rata-rata
5.	3 - 4	Untuk material yang belum teruji, dengan pembebanan, dan lingkungan rata-rata. Angka ini juga disarankan untuk material yang teruji dengan baik, tetapi kondisi lingkungan dan pembebanan tidak dapat ditentukan dengan pasti

Sumber: Aaron D.Deutschman, *Machine Design*, 1975

2.4 Tegangan Dan Analisa Gaya

Salah satu masalah fundamental dalam *mechanical engineering* adalah menentukan pengaruh beban pada komponen mesin atau peralatan. Intensitas gaya dalam pada suatu benda didefinisikan sebagai tegangan (*stress*). Untuk menjaga prinsip kesetimbangan, tentu pada penampang tersebut terdapat gaya-gaya dalam yang bekerja.

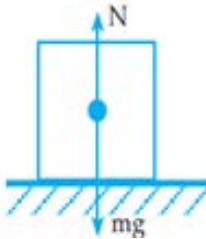
Tegangan bisa diartikan sebagai gaya per satuan luas. Ketika sebuah gaya diberikan kepada sebuah benda. Tegangan adalah perbandingan antara besar gaya terhadap luas dimana gaya tersebut dikenakan. Jika gaya yang dikenakan tegak lurus dengan permukaan benda, maka terjadi tegangan normal. Jika gaya yang dikenakan berarah tangensial terhadap elemen luasan benda, maka terjadi tegangan geser. Jika gaya tersebut tidak tegak lurus maupun paralel terhadap permukaan benda, maka gaya tersebut dapat diuraikan dalam komponen normal dan tangensial.

Pada konstruksi kerangka mesin 3 in 1 pembuat kerupuk sermier mendapat beban dari atas, dimana beban tersebut akan menimbulkan gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut.

Gaya tersebut antara lain meliputi:

- Gaya berat dari konstruksi sendiri,
- Gaya berat komposisi pelet ikan yang di olah, dan
- Gaya beban angkat

Untuk beban merata, arah beban boleh searah dengan koordinat sumbu global atau searah dengan koordinat sumbu lokal. Dalam tugas akhir ini koordinat yang dipakai adalah untuk x arah positif ke arah kanan, sedangkan untuk y positif menembus bidang kertas dan untuk z positif keatas. Selain beban karena beratnya sendiri dan beban merata searah sumbu y positif, terdapat gaya dari getaran.



Gambar 2.2 Bidang Kerja Gaya Normal

Sumber : <http://cpengertian.blogspot.com/2013/01/menggeser-dan-mengguling-penjelasan-dan.html>

Sehingga persamaan Hk. Newton 1 dapat dinotasikan seperti dibawah ini:

$$\Sigma F = 0 \dots\dots\dots (2.2)$$

Umumnya gaya – gaya yang bekerja pada luasan sangat kecil pada penampang tersebut bervariasi dalam besar maupun arah. Gaya dalam merupakan resultan dari gaya – gaya pada luasan sangat kecil ini. Intensitas gaya menentukan kemampuan suatu material terutama dalam memikul beban, disamping itu mempengaruhi sifat-sifat kekakuan maupun stabilitas. Intensitas gaya dan arahnya yang bervariasi dari titik ke titik dinyatakan sebagai tegangan. Karena perbedaan pengaruhnya terhadap material struktur, biasanya tegangan diuraikan menjadi komponen yang tegak lurus dan sejajar dengan arah potong suatu penampang.

Tegangan merupakan perbandingan antara gaya tarik atau tekan yang bekerja terhadap luas penampang benda. Seperti persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : σ = tegangan (N/mm²)

F = gaya tekan atau tarik (N)

A = luas penampang (mm²)

2.4.1 Tegangan Bending

Merupakan tegangan yang diakibatkan oleh bekerjanya momen lentur pada benda. Sehingga pelenturan benda disepanjang sumbunya menyebabkan sisi bagian atas tertarik, karena bertambah panjang dan sisi bagian bawah tertekan, karena memendek. Dengan demikian struktur material benda di atas sumbu akan mengalami tegangan tarik, sebaliknya dibagian bawah sumbu akan terkena tegangan tekan. Sedangkan daerah diantara permukaan atas dan bawah, yaitu yang sejajar dengan sumbu benda tetap, tidak mengalami perubahan, ini disebut sebagai bidang netral. Persamaan tegangan bending dapat dinyatakan sebagai berikut:

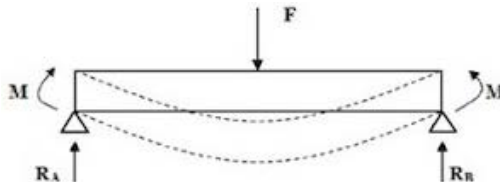
$$\sigma_{max} = \frac{M_b \cdot I}{C} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana : σ_{max} = Tegangan Maksimum (MPa)

M_b = Momen Bending (N.mm)

I = Inersia Penampang (mm⁴)

C = Sumbu Netral (mm)

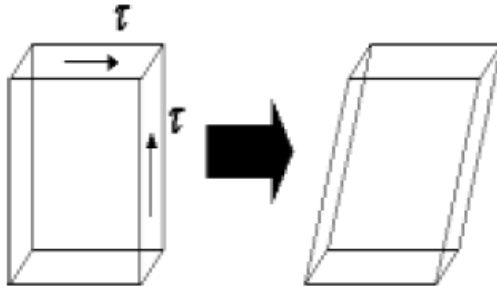


Gambar 2.3 Momen Bending

Sumber: <http://blog.ub.ac.id/rizalhendrawan/2012/09/21/tegangan-lengkung/>

2.4.2 Tegangan Geser

Tegangan geser adalah intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas permukaan balok, yang dinotasikan dengan τ .



Gambar 2.4 Balok Diberi Tegangan Geser

Sumber : <http://web.ipb.ac.id>

2.4.3 Tegangan Ijin

Tegangan ijin “*Allowable stress*” adalah tegangan yang tidak boleh di lampau di bagian manapun dalam struktur. Selama tegangan maksimum tidak lebih dari tegangan ijin, maka struktur tersebut dinyatakan aman, sebaliknya apabila tegangan maksimum lebih dari tegangan ijin, maka struktur tersebut tidak dapat dinyatakan aman. Tegangan ijin dapat dihitung menggunakan persamaan seperti berikut,

$$\text{Tegangan Ijin (ijin)} = \frac{\text{Tegangan luluh}}{\text{Factor Keamanan}} \dots\dots\dots(2.5)$$

2.4.4 Tegangan Tekan

Apabila terdapat sepasang gaya tekan aksial yang mendorong suatu batang, akibatnya batang ini cenderung untuk memperpendek atau menekan batang tersebut. Maka gaya tarik aksial tersebut menghasilkan tegangan tekan pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.



Gambar 2.5 Gaya Tekan Aksis

Sumber: <http://web.ipb.ac.id>

2.5 Kestimbangan Benda Tegar

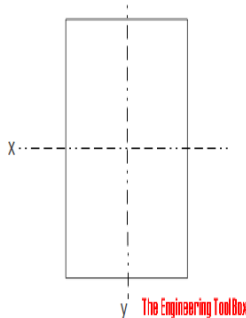
Benda tegar adalah benda yang tidak mengalami perubahan bentuk akibat pengaruh gaya atau momen gaya. Sebenarnya benda tegar hanyalah suatu model idealisasi. Karena pada dasarnya semua benda akan mengalami perubahan bentuk apabila dipengaruhi oleh suatu gaya atau momen gaya. Namun, karena perubahannya sangat kecil, pengaruhnya sehingga dapat diabaikan.

Sesuai hukum I Newton, kesetimbangan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu kesetimbangan statis (kesetimbangan benda ketika dalam keadaan diam) dan kesetimbangan dinamis (kesetimbangan benda ketika bergerak dengan kecepatan konstan). Pada tugas akhir ini akan membahas kesetimbangan statis yang terjadi pada partikel maupun pada benda tegar. Pada kerangka mesin pembuat kerupuk sermier tersebut memiliki kesetimbangan benda tegar yang statis karena kecilnya gerakan maka diasumsikan tidak memiliki gerakan.

2.6 Momen Inersia

Momen Inersia merupakan ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Besaran ini adalah analog rotasi daripada massa. Momen inersia berperan dalam dinamika rotasi seperti massa dalam dinamika dasar, dan menentukan hubungan antara momentum sudut dan kecepatan sudut, momen gaya dan percepatan sudut, dan beberapa besaran lain. Dalam pengaplikasiannya momen inersia dibedakan menjadi beberapa bagian diantaranya :

2.6.1 Momen Inersia pada Batang tipis



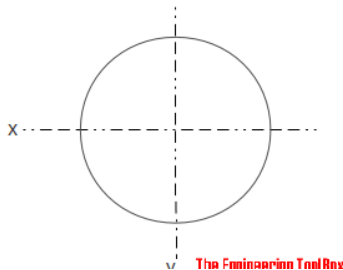
Gambar 2.6 Inersia Batang

Sumber : Richards, Keith L.2013.Design Engineer's Handbook.United States of America.CRC Press Taylor & Francis Group

$$I = \frac{B \cdot H^3}{12} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana : I = Momen Inersia (mm⁴)
B = Lebar benda (mm)
H = Tinggi benda (mm)

2.6.2 Momen inersia pada Silinder Pejal



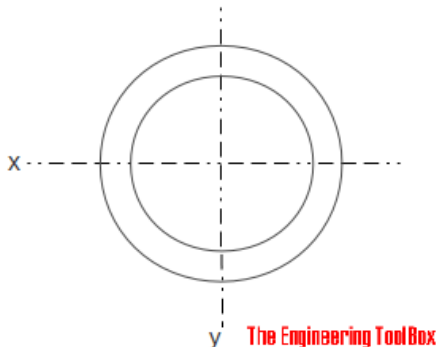
Gambar 2.7 Inersia pada Silinder Pejal

Sumber : http://www.engineeringtoolbox.com/area-moment-inertia-d_1328.html

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana : I = Momen Inersia (mm⁴)
d = diameter silinder (mm)

2.6.3 Momen Inersia Pada Silinder Berongga



Gambar 2.8 Inersia pada Silinder Berongga

Sumber : http://www.engineeringtoolbox.com/area-moment-inertia-d_1328.html

$$I = \frac{\pi \cdot (d_0^4 - d_1^4)}{64} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana : I = Momen Inersia (mm⁴)
d₁ = diameter dalam silinder (mm)
d₂ = diameter luar silinder (mm)

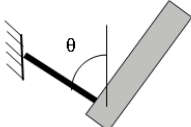
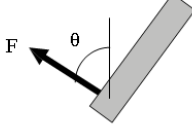




2.7 Tumpuan dan Reaksi Tumpuan

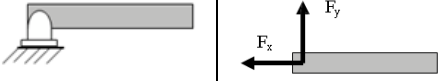
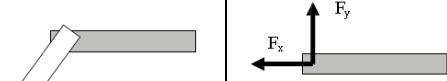
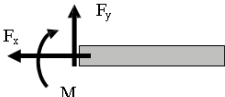
Merupakan gaya reaksi dari tumpuan terhadap benda kaku secara umum dapat dikatakan bahwa gaya akan muncul pada tumpuan bila tumpuan tersebut mencegah benda bertranslasi sedang reaksi momen muncul bila tumpuan tersebut mencegah benda berotasi.

Jenis reaksi tumpuan yang umumnya digunakan pada sistim keseimbangan 2 dimensi (koplanar) adalah tumpuan engsel, rol, jepit dan kabel.

Adapun diagram benda bebas tumpuan diatas beserta reaksi tumpuannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Tabel 2.2 Jenis Tumpuan dan Reaksinya

No	Jenis Tumpuan	Reaksi Tumpuan	Keterangan
1	Kabel 		Ada 1 (satu) reaksi tumpuan F yang searah dengan kabel
2	Rol 		Ada 1 (satu) reaksi tumpuan F yang searah dengan sumbu Y
3	Tumpuan Datar 		Ada 1 (satu) reaksi tumpuan F yang searah dengan sudut tumpuan

4	Engsel Luar		Ada 2 (dua) reaksi tumpuan F yang searah dengan sumbu X dan sumbu Y
5	Engsel Dalam		Ada 2 (dua) reaksi tumpuan F yang searah dengan sumbu X dan sumbu Y
6	Jepit		Ada 3 (tiga) reaksi tumpuan F yang searah dengan sumbu X, sumbu Y dan momen M

Sumber : Ir.H.Eddy Widiyono,M.Sc , Mekanika Teknik,2011

2.8 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga (*finite elemen methods*) adalah sebuah metode penyelesaian permasalahan teknik yang menggunakan pendekatan dengan membagi-bagi (*diskritisasi*) benda yang akan dianalisa kedalam bentuk elemen-elemen yang berhingga yang saling berkaitan satu sama lain. Permasalahan teknik biasanya didekati dengan sebuah model matematik yang berbentuk persamaan *differential*.

Setiap model matematik tersebut memiliki persamaan-persamaan matematik lainnya yang ditentukan berdasarkan asumsi dan kondisi aktual yang disebut kondisi batas (*boundary condition*).

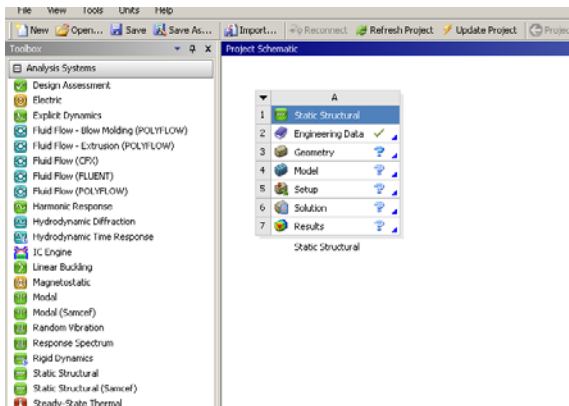


Gambar 2.9 Logo Software Ansys

Sumber: <http://www.system-tray-cleaner.com/systray/htm/wiki/images/01493e96b20d8f7490bcf6316a652135.png>

Metode elemen hingga dilakukan dengan menggunakan software Ansys Workbench. Ansys Workbench adalah salah satu perangkat lunak berdasarkan metode elemen hingga yang dipakai untuk menganalisa masalah-masalah rekayasa (engineering). Secara umum, untuk melakukan analisa struktur. Tahap - tahap pengerjaan terbagi dalam 5 langkah yaitu,

1. Engineering data/material properties
2. Geometri
3. Meshing/Model
4. Pembebanan dan analisa
5. Hasil



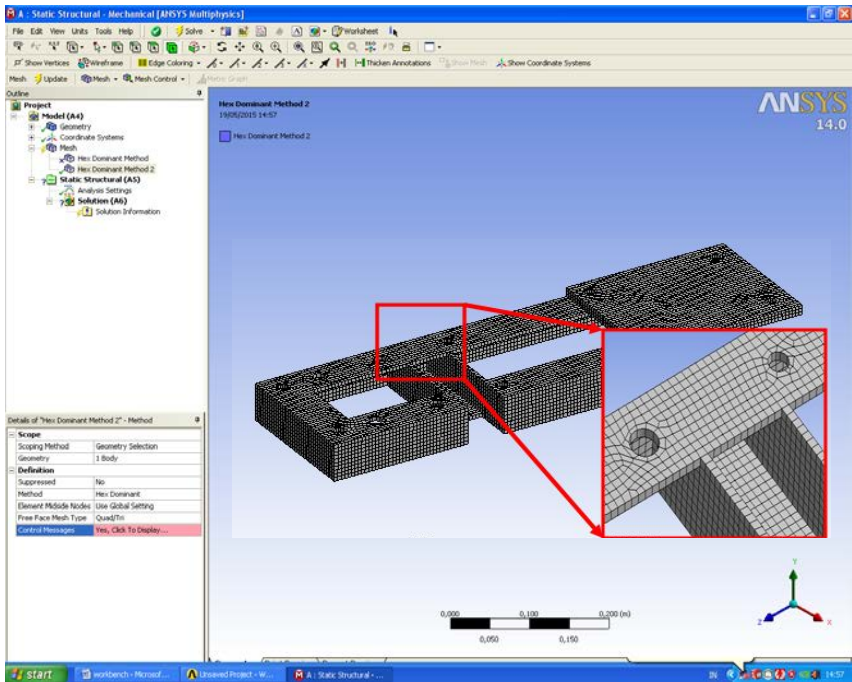
Gambar 2.10 tahap pengerjaan

Ansys Workbench tentunya juga dapat berintegrasi dengan perangkat lunak CAD sehingga memudahkan penggunaan dalam membangun model geometri dengan berbagai perangkat lunak CAD. Beberapa perangkat lunak tersebut adalah Catia dan Solidwork bahkan AutoCad 3D. Selain itu, kita dapat memilih material berdasarkan kondisi sebenarnya. Dalam pemilihan material ini, perlu untuk mengetahui secara filosofi, misal dari aturan standard dan kode seperti ASTM untuk material, API, AISI, dll. karena dari standard tersebut akan di ketahui kekuatan material, faktor safety dsb. Pada Ansys Workbench dapat melakukan beberapa simulasi yang berbeda seperti struktural, thermal, mekanika fluida, analisis elektromagnetik, dll. atau bahkan gabungan analisis seperti thermal dengan struktur atau lainnya sehingga lebih sering dikenal dengan *finite element multiphysic*.

2.8.1 Meshing

Proses *meshing* merupakan pembagian model sehingga menjadi elemen – elemen yang lebih kecil. Mesing ini biasanya dilakukan saat sebelum menentukan boundary condition dari sebuah rencana analisa. Apabila semakin kecil nilai meshing maka semakin kecil pula pembagian elemen pada model. Sehingga hasilnya semakin akurat dan sebaliknya untuk nilai meshing yang semakin membesar maka pembagian elemen pada model juga hasilnya akan kurang akurat.

Meshing adalah bagian penting dari analisa. Karena jika meshing kurang baik, maka akan menghasilkan hasil yang berbeda atau tidak mendekati kondisi sebenarnya. Kualitas meshing bisa dikatakan baik apabila memiliki nilai rata – rata antara 0.0 – 0.4 mm, dan dikatakan sedang jika mempunyai nilai rata – rata 0.5 – 0.7 mm, dan dikatakan buruk jika mempunyai nilai rata – rata 0.8 – 1.0 mm. meshing merupakan representasi dari metode elemen hingga. Dalam metode meshing yang dilakukan untuk menganalisa struktur kerangka mesin ini yaitu *hex dominant method*.



Gambar 2.11 Contoh hasil meshing

2.8.2 Material Properties

Dalam merancang suatu struktur, harus ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan sangat berpengaruh terhadap hasil dari simulasi. Selain itu juga kekuatan bahan dapat di jadikan acuan pembanding terhadap tegangan yang terjadi di hasil simulasi. Dengan membandingkan kekuatan material dengan tegangan yang terjadi pada di hasil simulasi, dapat diambil kesimpulan gagal tidaknya rancangan yang sudah di buat.

Material yang digunakan ASTM A36, karena merupakan baja struktural, sehingga memiliki sifat kekuatan tinggi, kekakuan, ketangguhan, dan sifat yang ulet. Dibawah ini merupakan data material properties dari ASTM A36.

Tabel 2.3 Material Properties ASTM A36

No.	Properties	Nilai	Keterangan
Physical Properties			
1.	Density	77.85 g/cm ³	
Mechanical Properties			
2.	Tensile Strength, Ultimate	400-550 MPa	
3.	Yield Strength	250 MPa	
4.	Elongation	20% 23%	In 200 mm In 50 mm
5.	Modulus of Elasticity	200 GPa	
7.	Bulk Modulus	140 GPa	Typical of Steel
8.	Poissons Ratio	0.26	
9.	Shear Modulus	79.3 GPa	
Component Elements Properties			
10.	Carbon, C	0.29%	
11.	Copper, Cu	≥ 0.20%	
12.	Iron, Fe	98%	
13.	Manganese, Mn	0.80-1.2%	
14.	Phosphorous, P	0.04%	
15.	Silicon, Si	0.15-0.40%	
16.	Sulfur, S	0.05%	

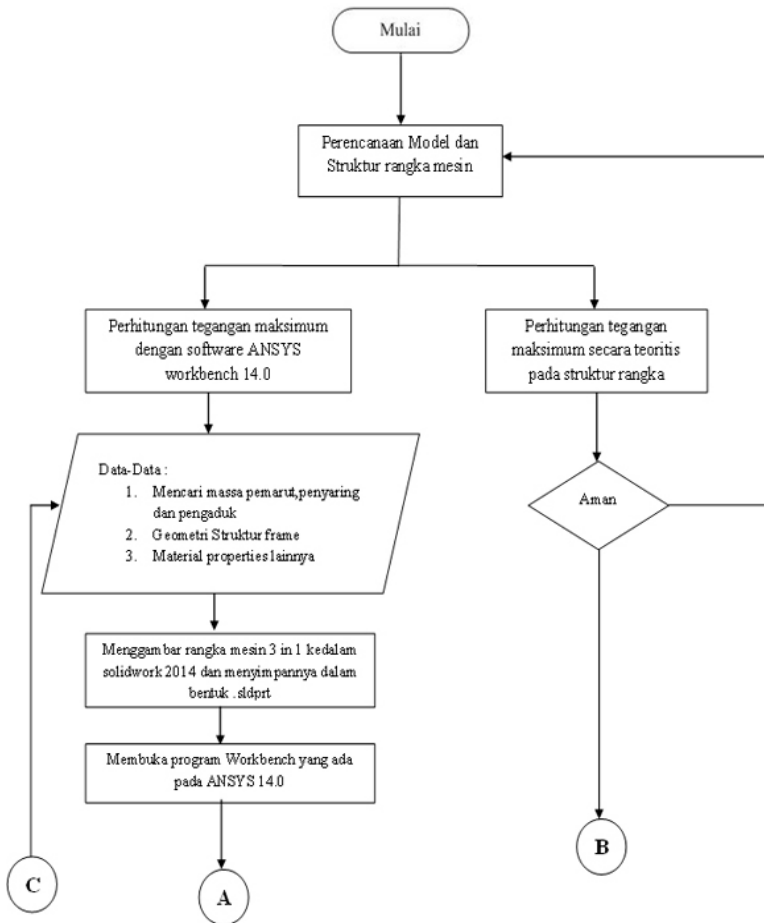
Sumber: <http://www.matweb.com>

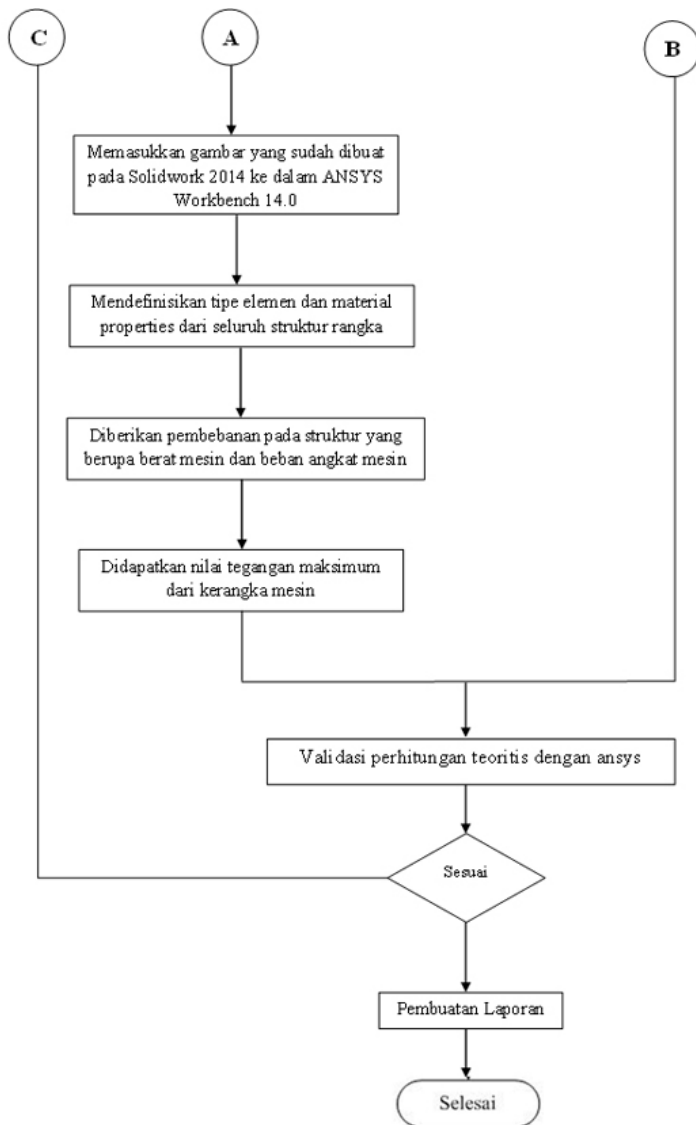
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Pada flowchart kali ini terdapat diagram alir perhitungan struktur kerangka baik secara teoritis dengan tujuan memastikan keamanan struktur alat dan selanjutnya perhitungan tersebut akan divalidasi dengan software ansys yang kemudian dijadikan pedoman untuk pembuatan laporan , yaitu sebagai berikut





Gambar 3.1 Diagram alir perhitungan tegangan maksimum kerangka mesin secara teoritis maupun manual

3.2 Penulisan Laporan Tugas Akhir

Dalam pelaksanaan pembuatan Tugas Akhir ini melalui beberapa langkah kerja yang dijelaskan sebagai berikut :

3.2.1 Perencanaan Struktur dan model rangka mesin

Dalam perencanaan struktur dan rangka mesin ini digunakan berbagai studi literatur melalui website, buku dan journal. Selain itu, proses perencanaan mesin menggunakan data-data untuk mengetahui prinsip mekanisme alat dengan permasalahan perencanaan.

3.2.2 Perhitungan Tegangan maksimum secara teoritis

Dalam proses perhitungan secara teoritis ini hal pertama yang harus kita lakukan adalah mengetahui bagian rangka yang dikenai beban dan besarnya beban yang ada pada bagian kerangka tersebut. Kemudian membuat diagram benda bebas pada kerangka yang dikenai beban yang selanjutnya dilakukan analisis dengan prinsip tumpuan maupun reaksi tumpuan. Selanjutnya mencari momen inersia dan juga tegangan maksimumnya.

3.2.3 Perhitungan Tegangan Maksimum dengan software ANSYS Workbench 14.0

Dalam tahap ini dilakukan proses analisis dengan software yang mana pada analisis ini menggunakan jenis *Static Struktural Analysis*.

3.2.4 Data-data yang dibutuhkan

Tahap ini adalah tahap pengumpulan data diantaranya massa kerangka, geometri atau model serta material properties yang akan digunakan sebagai langkah awal sebelum dilakukan pemodelan.

3.2.5 Menggambar rangka dalam software Solidwork

Setelah diketahui dimensi dari komponen-komponen pendukung, seperti pamarut, penyaring, pengaduk, *pulley*, dll kemudian pada tahap ini dilakukan pemodelan rangka menggunakan *software* CAD tiga dimensi yaitu Solidwork.

3.2.6 Simulasi Beban Statis dengan Ansys

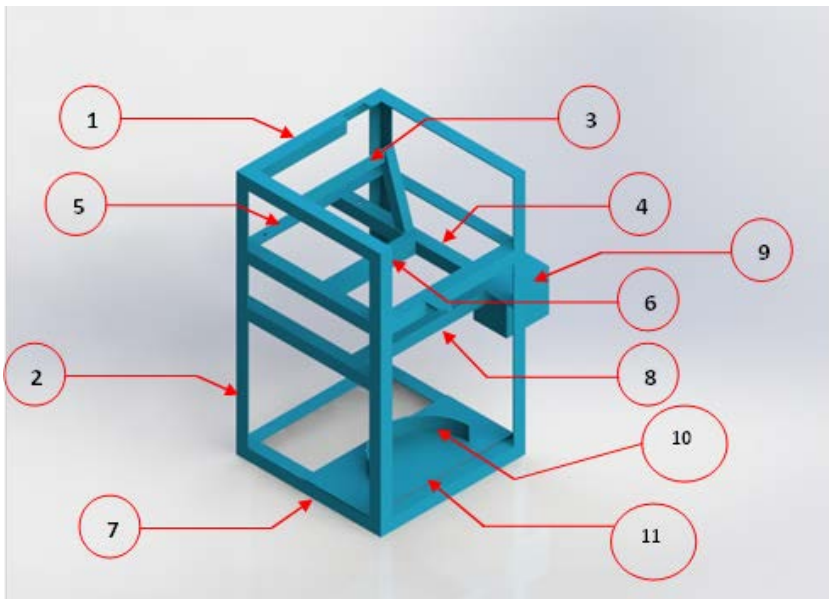
Setelah proses pemodelan dilakukan selanjutnya dilakukan simulasi numeric struktur dengan menggunakan bantuan software Ansys Workbench 14.0. Dalam proses ini hal yang perlu diperhatikan adalah mengetahui parameter yang digunakan untuk mengetahui tegangan maksimum pada kerangka.

3.2.7 Pembuatan Buku Laporan

Dalam pembuatan laporan ini, tahap simulasi pengujian mesin merupakan ujung dari pembuatan mesin pencetak pelet. Data-data diambil untuk dianalisa dan dapat disimpulkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

3.3 Gambaran umum tentang alat

Gambaran ini menunjukkan gambaran umum mengenai mesin 3 in 1 pembuatan kerupuk sermier. Desain pada mesin 3 in 1 pembuat kerupuk sermier ini akan dianalisa untuk mengetahui apakah desain yang dibuat aman untuk digunakan.



Gambar 3.2 Kerangka Mesin pembuat krupuk sermier

Keterangan bagian :

1. Upper Frame belakang
2. Leg
3. Upper Frame depan
4. Middle Up frame samping
5. Middle Up frame belakang
6. Motor Support
7. Base Frame
8. Middle down frame
9. Gear box
10. Jig support
11. Down frame

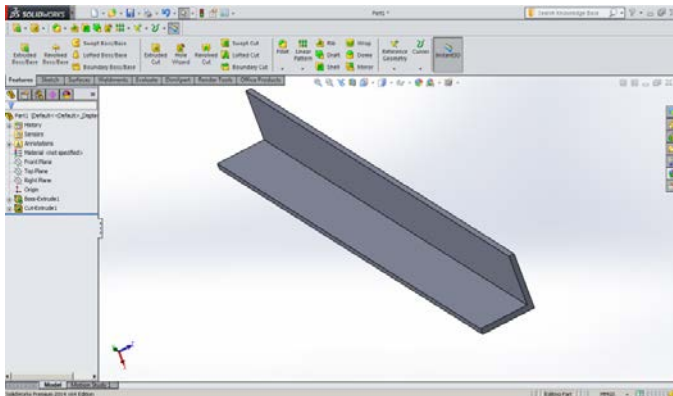
3.4 Langkah-langkah simulasi perhitungan dengan ANSYS Workbench 14.0

Sebelum melakukan simulasi numerik dengan ANSYS Workbench 14.0 dilakukan pengukuran terlebih dahulu antara lain,

Tabel 3.1 Massa pada bagian mesin

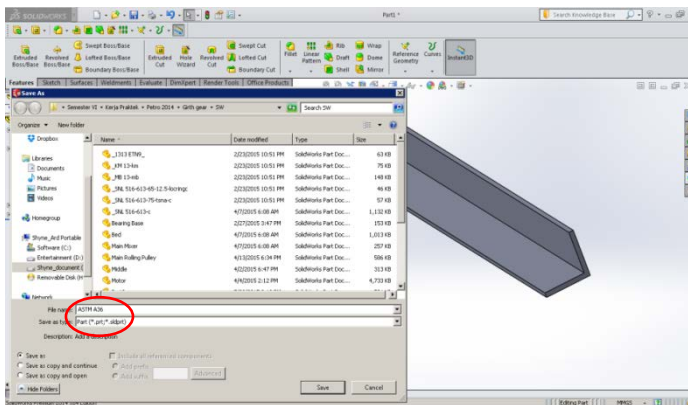
No	Komponen	Jumlah	Massa (kg)
1	Poros pamarut	1	0,967
2	Rangka pamarut	1	4,47
3	Penyaring	1	4,5
4	V-block	2	0,547
5	Ball Bearing	2	0,081
6	Poros Penyaring	1	0,08
7	Motor AC	1	12
8	Motor DC	1	0,1
9	Pulley 300	1	3,5
10	Pulley 150	2	0,53
11	Pulley 90	1	0,26
12	Pulley 60	2	0,16
13	Pulley 50	1	0,09
14	Pisau Pengaduk	1	0,897
15	Wadah Pengaduk	1	0,537

Pada kerangka mesin, penulis menggunakan baja profil siku berukuran 40x40x4 dengan standar ASTM A36. Kemudian digambar 3D sesuai bentuk yang telah dibuat dan dirangkai menggunakan solidwork 2014 setelah itu disimpan dengan format “.sldprt” seperti gambar dibawah ini



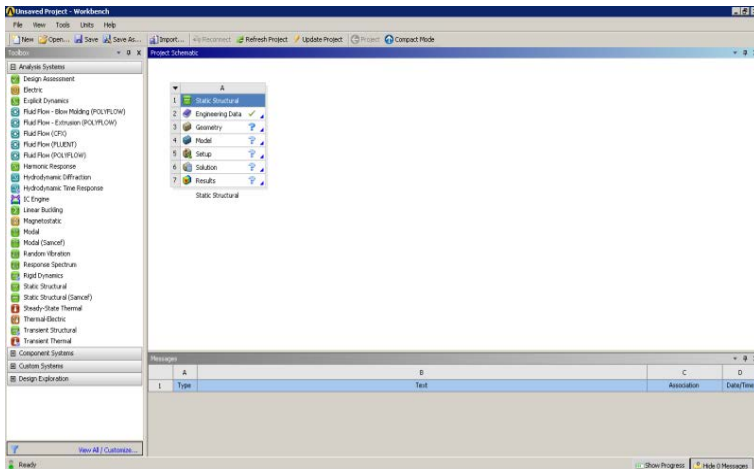
Gambar 3.3 Bagian komponen kerangka dalam bentuk 3D

Sebelum dilakukan analisa menggunakan software Ansys 14.0, penulis tidak perlu mengganti format file dengan format “.step” untuk mengaplikasikannya pada Workbench Ansys agar kompatibel. Dengan cara menyimpan file “.sldprt”, lalu klik save seperti pada gambar berikut,



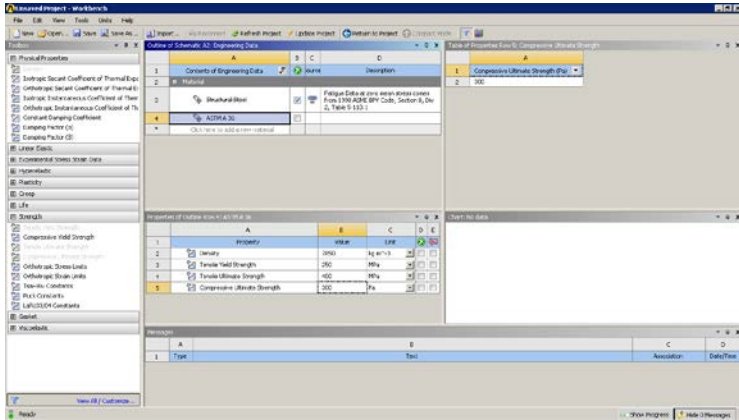
Gambar 3.4 Cara penyimpanan dalam format “.sldprt”

Setelah itu mulai buka File Ansys Workbench 14.0, yang terdapat pada folder ANSYS 14.0 ,kemudian klik kiri dua kali pada *Static Structural* , maka keluar gambar dibawah ini,



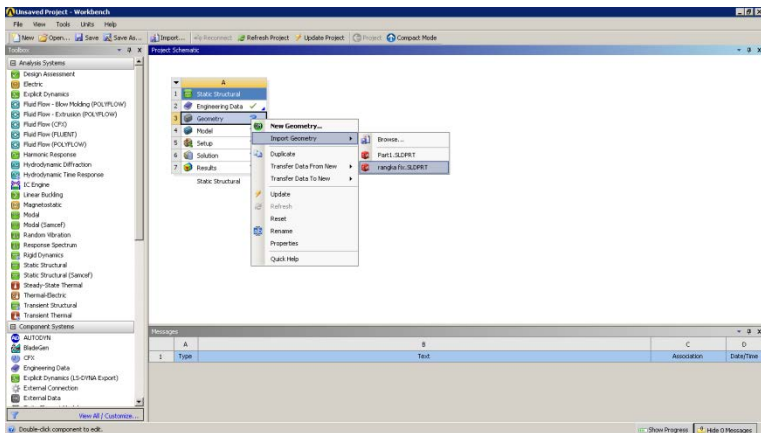
Gambar 3.5 Tampilan awal dari *Static Struktural* pada ANSYS Workbench 14.0

Kemudian edit *engineering data* untuk memilih material yang akan di simulasikan, kemudian tambahkan material baru dengan mengetik ASTM A36 pada kolom *click here add a new material* dan mengisi properties yang dapat dimasukkan dalam Workbech, seperti *density*, *tensile yield strength*, *compressive yield strength*, *tensile ultimate strength*,*bulk modulus*,*shear stress*,*poisson ratio* dll, hal ini untuk menunjang analisa agar semakin mendekati kondisi kenyataan. Cara memasukkan properties klik kiri dua kali pada sub menu yang ada di toolbar seperti gambar di bawah ini,



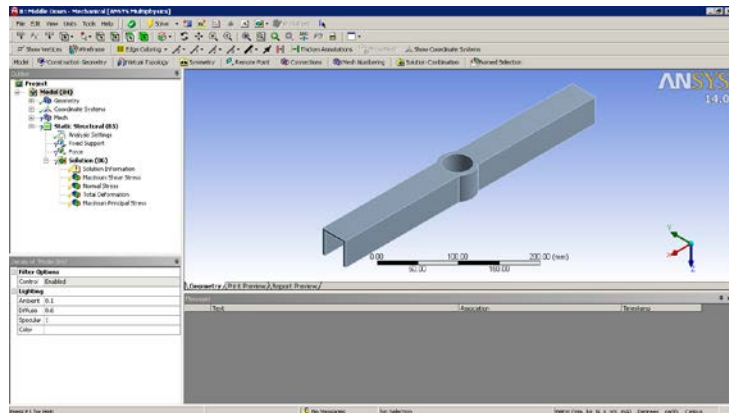
Gambar 3.6 Pemilihan bahan pada *engineering data*

Langkah berikutnya yaitu memasukkan geometri yang telah digambar dengan menggunakan solidwork 2014 tadi , kemudian di *import* ke workbench yaitu dengan cara klik kanan pada kolom geometri lalu pilih *import*. Tampilan akan sesuai dengan gambar dibawah ini.



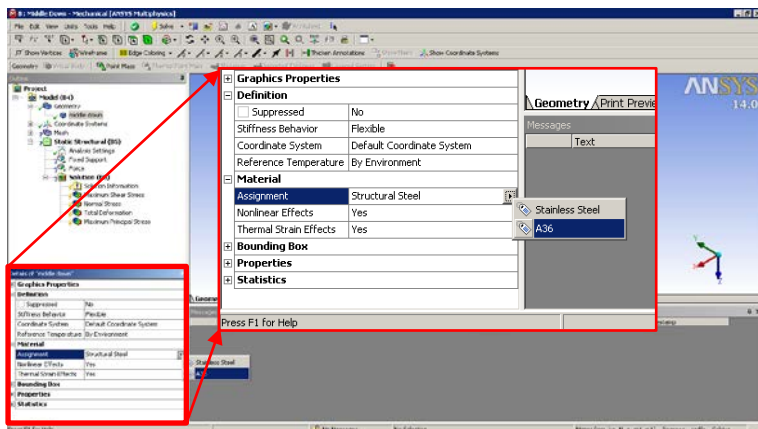
Gambar 3.7 Cara import gambar “.sldprt” ke dalam ANSYS Workbench 14.0

Selanjutnya akan dilakukan proses pemodelan dengan cara klik kanan pada model dan pilih edit, selanjutnya akan keluar tampilan seperti dibawah ini,



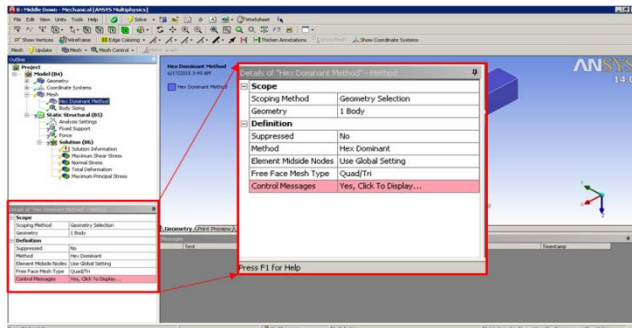
Gambar 3.8 Tampilan awal model geometri

Kemudian pilih material ASTM A36 yang sebelumnya dibuat tadi agar hasil simulasi mendekati kondisi kenyataan, tampilan seperti di bawah ini,



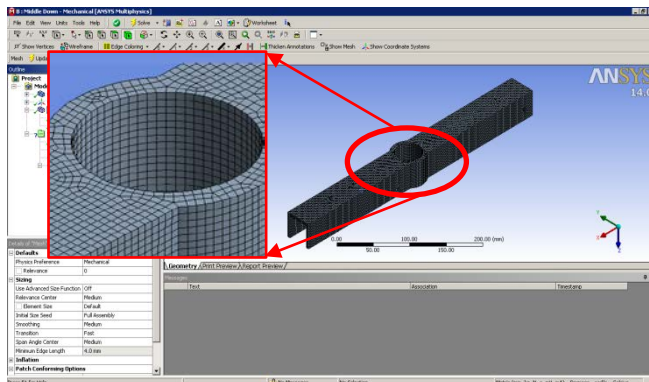
Gambar 3.9 Tampilan pergantian jenis material

Sebelum dilakukan meshing, lakukan setting metode meshing dengan cara klik kanan mesh pada worksheet, pilih insert dan klik method, lalu klik selection geometry dan apply. Kemudian pilih metode meshing dengan model Hex Dominant seperti dibawah ini,



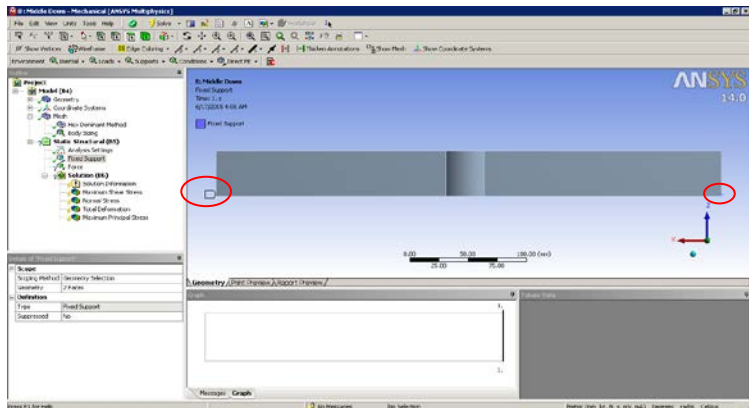
Gambar 3.10 Pemilihan metode meshing

Selain itu, gambar diatas masih memerlukan setting sebelum di meshing, settingan dilakukan pada toolbar sizing dengan ubahan menjadi full assembly, relevance center menjadi medium, smoothing menjadi medium, span angle center menjadi medium, element size sebesar 0.4 mm. Kemudian klik submenu update mesh yang ada pada toolbar maka akan tampil gambar seperti berikut



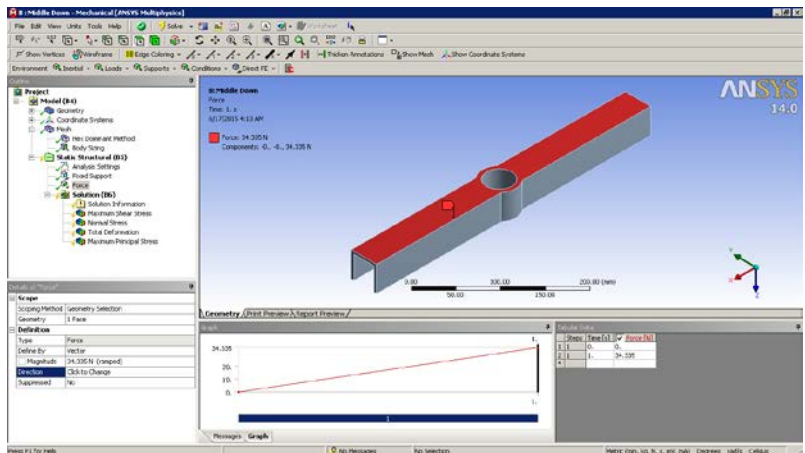
Gambar 3.11 Tampilan update meshing

Kemudian pilih support pada toolbar dan klik fixed support, fix support yang dipilih yaitu bagian ujung kanan dan kiri kerangka seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini,



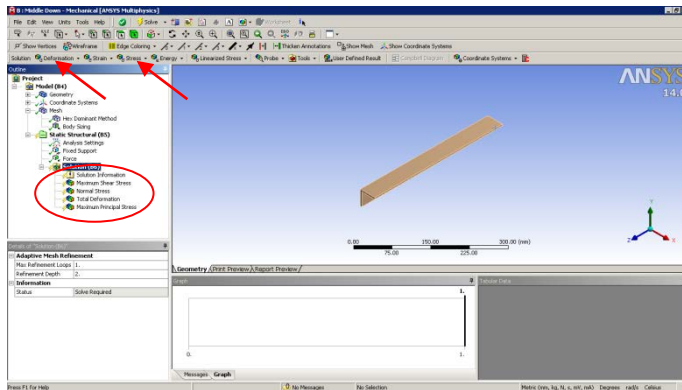
Gambar 3.12 Penentuan bagian fixed support

Selain itu juga perlu menentukan bagian yang terkena gaya, kali ini bagian yang akan dianalisis adalah bagian *middle down frame* dan berat komposisi yang akan dicetak seperti yang diberi panah merah, tampilan akan muncul seperti dibawah ini,



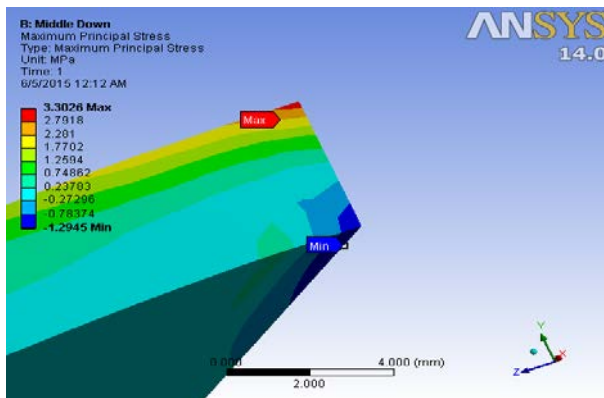
Gambar 3.13 Pembebanan pada lower frame

Kemudian dapat dilihat hasil pada simulasi Ansys dengan klik Solve pada toolbar setelah memilih hasil apa yang diinginkan. Pemilihan solution dengan klik tanda panah merah dibawah dan setelah memilih akan keluar seperti yang ada pada lingkaran, gambar seperti berikut ini,



Gambar 3.14 Pemilihan solution pada ANSYS

Langkah yang terakhir yaitu melihat hasil tegangan maksimum, dengan mengklik pilihan yang telah ditentukan solusinya tadi kemudian klik print preview maka akan tampil gambar seperti dibawah ini,

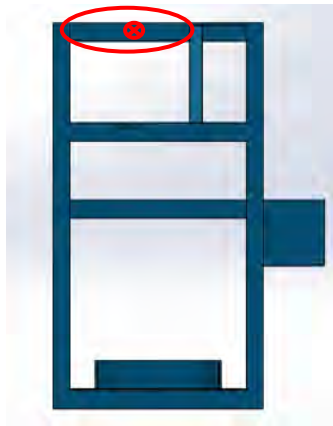


Gambar 3.15 Tampilan nilai tegangan yang maksimal

BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Teoritis Pada Kerangka

Menganalisa gaya yang terjadi pada kerangka atau frame, dilakukan pada bagian seluruh bagian kerangka mesin yang dikenai pembebanan dan pada saat analisis mesin dalam keadaan diam atau tidak bergerak. Analisa gaya dalam pada kerangka mesin 3 in 1 tersebut diawali pada perhitungan reaksi tumpuan bagian kerangka bagian atas (*upper frame*) depan seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

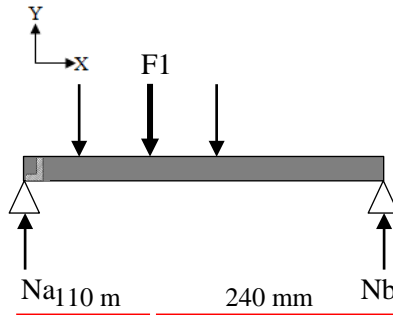


Gambar 4.1 Rangka bagian *upper frame* depan

Dari beberapa massa yang menjadi beban pada *upper frame* didapatkan nilai massa total dari pamarut,poros pamarut,pulley, dan juga casing dari pamarut sebesar 11 kg, sehingga yang terbagi pada 2 *frame* yaitu *upper frame* depan dan *upper frame* belakang,

$$\begin{aligned} F &= 11 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 107,91 \text{ N} \end{aligned}$$

Kemudian gaya beban tersebut diasumsikan merata dan terpusat. Pada lengan itu peninjauan dari titik Na. Sehingga diperoleh diagram benda bebas sebagai berikut,



Gambar 4.2 Diagram benda bebas untuk *upper frame* depan

Setelah diperoleh diagram benda bebas, kemudian dicari reaksi tumpuan ditinjau dari Na, dibawah ini

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$Na + Nb - F1 = 0$$

$$Na + Nb = 53,955 \dots\dots\dots(4.1)$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{Na} = 0$$

$$F1.l - Nb.l = 0 \dots\dots\dots(4.2)$$

$$F1.110 - Nb.240 = 0$$

$$53,955 \text{ N} . 110 - Nb.240 = 0$$

$$5935,05 \text{ N} - Nb.240 = 0$$

$$Nb = \frac{53,955}{240} \text{ N}$$

$$Nb = 24,729 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai Nb maka selanjutnya substitusikan ke dalam persamaan 4.1 seperti di bawah ini,

$$Na + Nb = 53,955 \text{ N}$$

$$Na + 24,729 \text{ N} = 53,955 \text{ N}$$

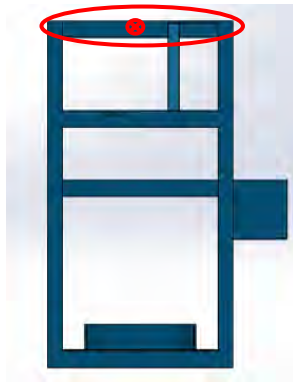
$$Na = 53,955 \text{ N} - 24,729 \text{ N}$$

$$Na = 29,226 \text{ N}$$

Ketika nilai N_a dan N_b sudah didapatkan maka bisa disubstitusikan lagi pada persamaan 4.2 untuk mendapatkan nilai ΣM_{N_a} seperti dibawah ini,

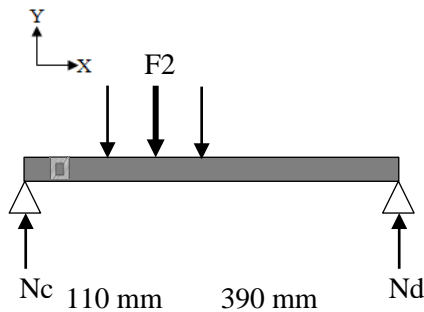
$$\begin{aligned}\Sigma M_{N_a} &= N_a.l + F1.l - N_b.l \\ &= 29,226.0 + .110 - 24,729.240 \\ &= 0 + 5935,05 \text{ N.mm} - 5934,96 \text{ N.mm} \\ &= 0,09 \text{ N.mm}\end{aligned}$$

Selanjutnya akan dilakukan analisa bagian pada *upper frame* belakang seperti pada gambar di bawah ini,



Gambar 4.3 *Upper Frame* belakang

Kemudian gaya beban tersebut diasumsikan merata dan terpusat. Pada lengan itu peninjauan dari titik N_c . Sehingga diperoleh diagram benda bebas sebagai berikut,



Gambar 4.4 Diagram benda bebas untuk *upper frame* belakang

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_c + N_d - F_2 = 0$$

$$N_c + N_d = 53,955 \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{N_c} = 0$$

$$F_2.l - N_d.l = 0 \dots\dots\dots(4.4)$$

$$53,955.110 - N_d.500 = 0$$

$$N_d = \frac{5935,05}{500} \text{ N}$$

$$N_d = 11,870 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai N_d maka selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan 4.4 seperti di bawah ini,

$$N_c + N_d = 53,955$$

$$N_c + 11,870 = 53,955$$

$$N_c = 42,0849 \text{ N}$$

Setelah N_c dan N_d ketemu maka akan disubstitusikan ke dalam persamaan 4.4, seperti di bawah ini,

$$\begin{aligned} \Sigma M_{N_c} &= N_c.l + F_3.l - N_d.l \\ &= 42,0849.0 + 53,955.110 - 11,870.500 \\ &= 0 + 5935,05 \text{ N.mm} - 5935 \text{ N} \\ &= 0,05 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

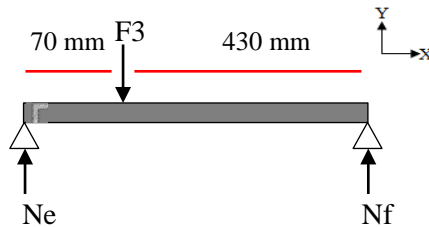
Kemudian bagian yang selanjutnya kita analisis adalah bagian *middle up frame* belakang yang menopang pamarut dengan beban total 4,5 kg.

$$\begin{aligned} F &= 4,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 44,145 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 4.5 *Middle up frame* belakang

Kemudian gaya beban tersebut diasumsikan merata. Pada lengan itu peninjauan dari titik Ne. Sehingga diperoleh diagram benda bebas sebagai berikut



Gambar 4.6 Diagram benda bebas untuk *middle up frame* belakang

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_e + N_f - F_3 = 0$$

$$N_e + N_f = 44,145 \dots\dots\dots(4.5)$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{N_e} = 0$$

$$F_3.l - N_f.l = 0 \dots\dots\dots(4.6)$$

$$44,145.70 - N_f.500 = 0$$

$$N_f = \frac{3090,15}{500} \text{ N}$$

$$N_f = 6,1803 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai Nf maka selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan 4.5 seperti di bawah ini,

$$N_e + N_f = 44,145$$

$$N_e + 6,1803 = 44,145$$

$$N_e = 37,9647 \text{ N}$$

Setelah Ne dan Nf ketemu maka akan disubstitusikan ke dalam persamaan 4.6 ,seperti di bawah ini,

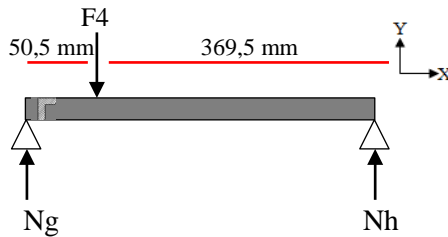
$$\begin{aligned} \Sigma M_{N_e} &= N_e.l + F_3.l - N_f.l \\ &= 39,695.0 + 44,145.70 - 6,1803.500 \\ &= 0 + 3090,15 \text{ N.mm} - 3090,15 \text{ N} \\ &= 0 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Kemudian bagian yang selanjutnya kita analysis adalah bagian *middle up frame* samping.



Gambar 4.7 *middle up frame* sampling

Kemudian gaya beban tersebut diasumsikan merata. Pada lengan itu peninjauan dari titik Ng. Sehingga diperoleh diagram benda bebas sebagai berikut



Gambar 4.8 Diagram benda bebas *middle up frame* sampling

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N_g + N_h - F_4 = 0$$

$$N_g + N_h = 44,145 \dots\dots\dots(4.7)$$

$$\sum M_{N_g} = 0$$

$$F_4 \cdot l - N_h \cdot l = 0 \dots\dots\dots(4.8)$$

$$44,145 \cdot 50,5 - N_h \cdot 420 = 0$$

$$N_h = \frac{2229,3225}{420} \text{ N}$$

$$N_h = 5,3079 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai N_h maka selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan 4.7 seperti di bawah ini,

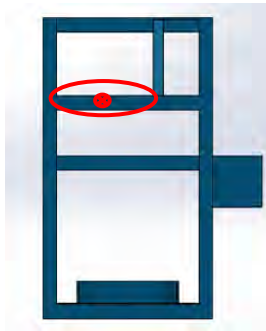
$$\begin{aligned} N_g + N_h &= 44,145 \\ N_g + 5,3079 &= 44,145 \\ N_g &= 38,837 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah N_g dan N_h ketemu maka akan disubstitusikan ke dalam persamaan 4.8 ,seperti di bawah ini,

$$\begin{aligned} \Sigma M_{N_g} &= N_g.l + F_4.l - N_h.l \\ &= 38,873.0 + 44,145.50,5 - 5,3079.420 \\ &= 0 + 2229,3225 \text{ N.mm} - 2229,318 \text{ N} \\ &= 0,004 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

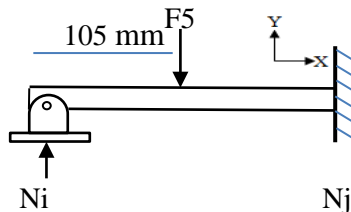
Kemudian bagian yang selanjutnya kita analysis adalah bagian motor *support* yang menopang bagian motor listrik dengan total beban 12 kg.

$$\begin{aligned} F &= 12 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 117,72 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 4.9 Motor *support*

Selanjutnya gaya beban tersebut diasumsikan merata. Pada lengan itu peninjauan dari titik N_i . Sehingga diperoleh diagram benda bebas sebagai berikut



Gambar 4.10 Diagram benda bebas motor *support*

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

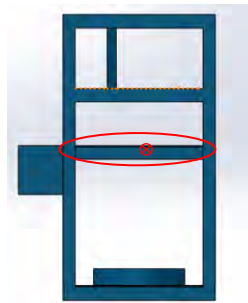
$$N_i - F_5 + N_j = 0$$

$$N_i + N_j = 117,72 \text{ N}$$

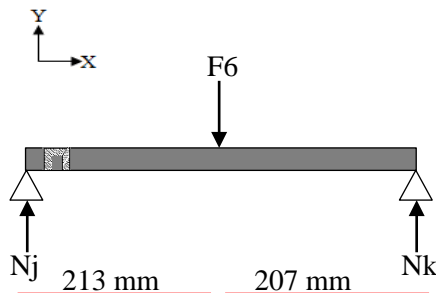
Untuk nilai $\Sigma M_{N_i} = 0$ karena tumpuan yang dipakai adalah tumpuan engsel atau tumpuan sendi.

Kemudian bagian yang selanjutnya kita analisis adalah bagian *middle down frame* yang menopang pulley dengan beban total 3,5 kg.

$$\begin{aligned} F &= 3,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 34,335 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 4.11 *middle down frame*



Gambar 4.12 Diagram benda bebas *middle down frame*

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_j + N_k - F_6 = 0$$

$$N_j + N_k = 34,335 \dots \dots \dots (4.9)$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{N_j} = 0$$

$$F_6.l - N_k.l = 0 \dots \dots \dots (4.10)$$

$$34,335.213 - N_k.420 = 0$$

$$N_k = \frac{7313,355}{420} \text{ N}$$

$$N_k = 17,41275 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai N_j maka selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan 4.9 seperti di bawah ini,

$$N_j + N_k = 34,335$$

$$N_j + 17,412 = 34,335$$

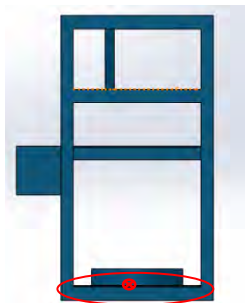
$$N_j = 16,92225 \text{ N}$$

Setelah N_j dan N_k ketemu maka akan disubstitusikan ke dalam persamaan 4.10, seperti di bawah ini,

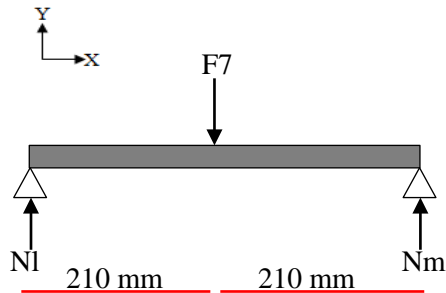
$$\begin{aligned} \Sigma M_{N_j} &= N_j.l + F_6.l - N_k.l \\ &= 16,923.0 + 34,335.213 - 17,412.420 \\ &= 0 + 7313,355 \text{ N.mm} - 7313,355 \text{ N.mm} \\ &= 0 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Kemudian bagian yang selanjutnya kita analisis adalah bagian *down frame* yang menopang pengaduk dengan beban total 1,5 kg.

$$\begin{aligned} F &= 0,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 4,905 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 4.13 *down frame*



Gambar 4.14 Diagram benda bebas *down frame*

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_l + N_m - F_7 = 0$$

$$N_l + N_m = 4,905 \dots\dots\dots(4.11)$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{N_l} = 0$$

$$F_7.l - N_m.l = 0 \dots\dots\dots(4.12)$$

$$4,905.210 - N_m.420 = 0$$

$$N_m = \frac{1030,05}{420} \text{ N}$$

$$N_m = 2,4525 \text{ N}$$

Setelah diketahui nilai N_l maka selanjutnya disubstitusikan ke dalam persamaan 4.11 seperti di bawah ini,

$$N_l + N_m = 4,905$$

$$N_l + 2,4525 = 4,905$$

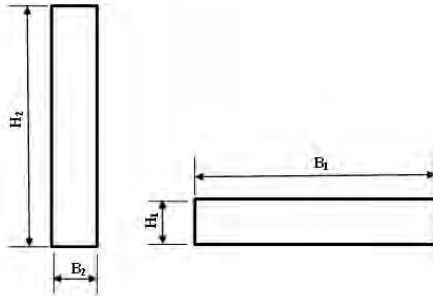
$$N_l = 2,4525 \text{ N}$$

Setelah N_g dan N_h ketemu maka akan disubstitusikan ke dalam persamaan 4.12 ,seperti di bawah ini,

$$\begin{aligned} \Sigma M_{N_l} &= N_l.l + F_7.l - N_m.l \\ &= 6,537.0 + 4,905.210 - 2,4525.420 \\ &= 0 + 1030,05 \text{ N.mm} - 1030,05 \text{ N} \\ &= 0 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

4.2 Momen Inersia Kerangka

Penampang besi siku di pisahkan menjadi dua bagian, yang dimana ukuran panjang B_1 adalah 36 mm dan B_2 4 mm sedangkan H_1 adalah 4 mm dan H_2 adalah 40 mm gambar seperti berikut



Gambar 4.15 Potongan penampang frame

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan pada potongan penampang tersebut dengan mensubstitusikan ke dalam persamaan 2.6 yaitu,

$$I_1 = \frac{B_1 \cdot H_1^3}{12}$$

$$= \frac{36 \cdot 4^3}{12}$$

$$= 192 \text{ mm}^4$$

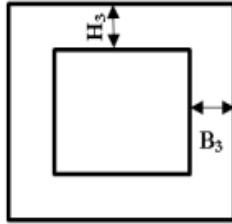
$$I_2 = \frac{B_2 \cdot H_2^3}{12}$$

$$= \frac{4 \cdot 40^3}{12}$$

$$= 21333,33 \text{ mm}^4$$

Kemudian dijumlahkan keduanya sehingga ditemukan inersia I sebesar $21525,33 \text{ mm}^4$

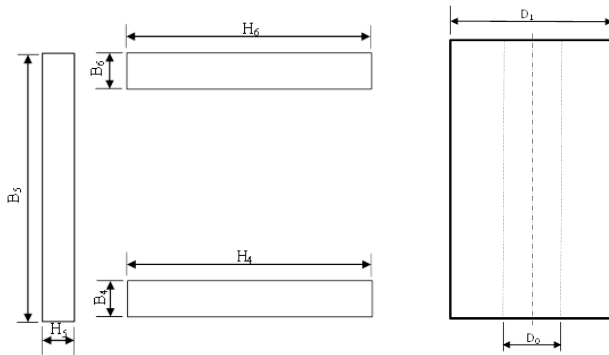
Selanjutnya rangka pada bagian *upper frame* belakang yang memiliki bentuk seperti dibawah ini,



Gambar 4.16 Penampang frame bagian atas

$$\begin{aligned}
 I_3 &= 2 (I_1 + I_2) \\
 &= 2 (192 + 21333,33) \\
 &= 43050,66 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Kemudian penampang besi siku bagian *middle down frame* di pisahkan menjadi 3 bagian, yang dimana ukuran panjang B_5 adalah 36 mm dan B_4 dan B_6 4 mm sedangkan H_5 adalah 4 mm dan H_4 dan H_6 adalah 40 mm. Kemudian bagian tengah frame terdapat silinder berongga dengan diameter luar 52 mm dan diameter dalam 20 mm gambar seperti berikut,



Gambar 4.17 penampang pada bagian *middle down frame*

$$\begin{aligned}
 I_4 &= \frac{B_4 \cdot H_4^3}{12} \\
 &= \frac{4 \cdot 40^3}{12} \\
 &= 21333,33 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

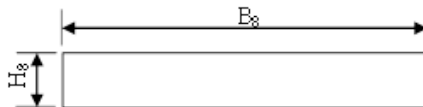
$$\begin{aligned}
 I_5 &= \frac{B_5 \cdot H_5^3}{12} \\
 &= \frac{36 \cdot 4^3}{12} \\
 &= 192 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$I_6 = I_4 = 21333,33 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned}
 I_7 &= \frac{\pi(d_1^4 - d_0^4)}{64} \\
 &= \frac{\pi(52^4 - 20^4)}{64} \\
 &= 351054,16 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Kemudian dijumlahkan semuanya sehingga ditemukan inersia I sebesar 393912,78 mm⁴

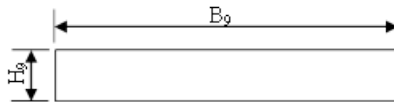
Selanjutnya, penampang besi dengan ukuran panjang B₈ adalah 280 mm dan H₈ 3 mm



Gambar 4.18 Penampang pada bagian motor support`

$$\begin{aligned}
 I_8 &= \frac{B \cdot H_8^3}{12} \\
 &= \frac{(4.90 + 32) \cdot 3^3}{12} \\
 &= 882 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, penampang besi dengan ukuran panjang B_9 adalah 500 mm dan H_9 3 mm

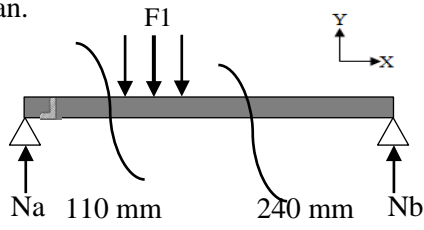


Gambar 4.19 Penampang base pengaduk

$$\begin{aligned}
 I_9 &= \frac{B_9 \cdot H_9^3}{12} \\
 &= \frac{500 \cdot 3^3}{12} \\
 &= 1125 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

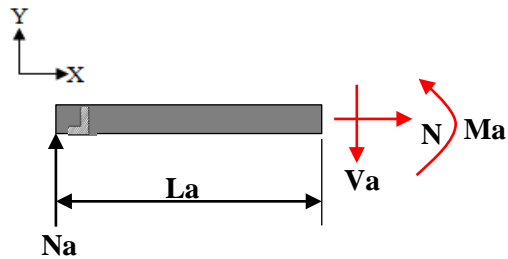
4.3 Diagram geser dan Diagram momen kerangka

Untuk mencari diagram geser pada kerangka kita perlu melakukan pemotongan pada benda bebas yang ada pada *upper frame* depan.



Gambar 4.20 Potongan diagram benda bebas *upper frame* depan

Kemudian gambar dipotong dari sebelah kiri terlihat seperti gambar di bawah ini,



Gambar 4.21 Potongan kiri *upper frame* depan

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_a - V_a = 0$$

$$29,226 - V_a = 0$$

$$V_a = 29,226$$

$$\curvearrowright \Sigma M_a = 0$$

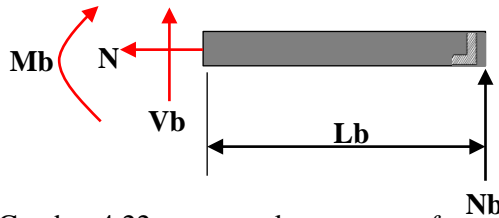
$$M_a - N_a \cdot L_a = 0$$

$$M_a - 29,226 \cdot 110 = 0$$

$$M_a = 3214,86 \text{ N.mm}$$

La	Ma
0	0
20	584,52
40	1169,04
60	1753,56
80	2338,08
100	2922,60
110	3214,86

Lalu potongan kanan sebagai berikut



Gambar 4.22 potongan kanan *upper frame* depan

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_b + V_b = 0$$

$$24,729 + V_b = 0$$

$$V_b = -24,729$$

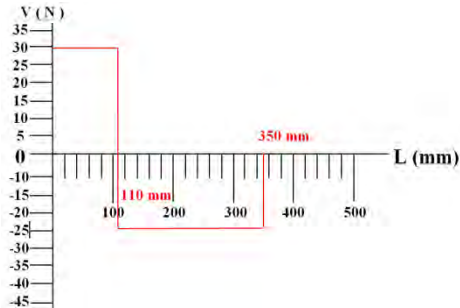
$$\circlearrowleft \Sigma M_b = 0$$

$$M_b - N_b \cdot L_b = 0$$

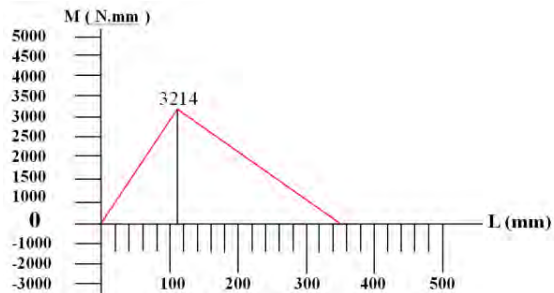
$$M_b + 24,729 \cdot 240 = 0$$

$$M_b = -5934,96$$

Lb	Mb
0	0
40	-989,16
80	-1978,32
120	-2967,48
160	-3956,64
200	-4945,80
240	-5934,96

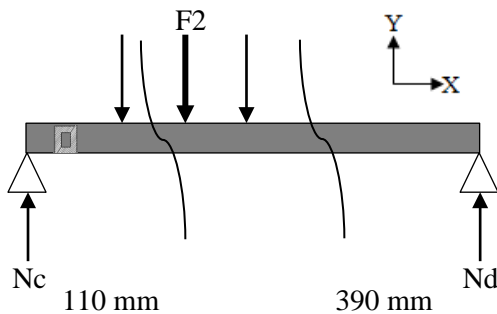


Gambar 4.23 diagram geser *upper frame* depan



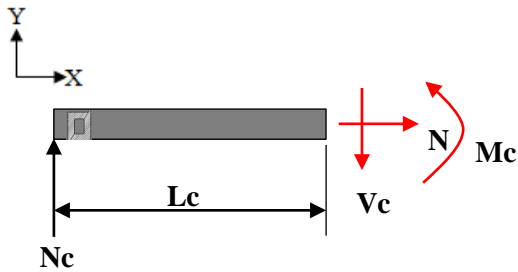
Gambar 4.24 diagram momen *upper frame* depan

Selanjutnya analisis pada *upper frame* belakang



Gambar 4.25 potongan *upper frame* belakang

Kemudian gambar dipotong dari sebelah kiri terlihat seperti gambar di bawah ini,



Gambar 4.26 potongan kiri dari *upper frame* belakang

$$\sum F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N_c - V_c = 0$$

$$42,0849 - V_c = 0$$

$$V_c = 42,0849$$

$$\sum M_c = 0$$

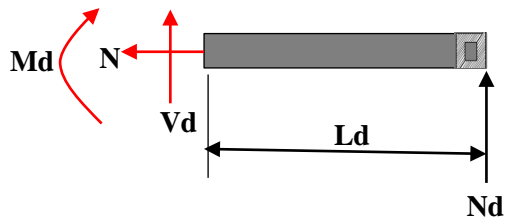
$$M_c - N_c \cdot L_c = 0$$

$$M_c - 42,0849 \cdot 110 = 0$$

$$M_c = 4625,39 \text{ N.mm}$$

Lc	Mc
0	0
20	840,98
40	1681,96
60	2522,94
80	3363,92
100	4208,49
110	4625,39

Lalu potongan kanan sebagai berikut,



Gambar 4.27 potongan kanan dari *upper frame* belakang

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_d + V_d = 0$$

$$11,870 + V_d = 0$$

$$V_d = -11,870$$

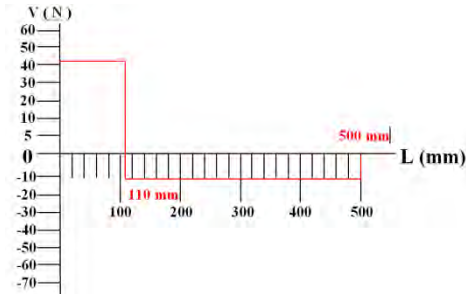
$$\circlearrowleft \Sigma M_d = 0$$

$$M_d - N_d \cdot L_d = 0$$

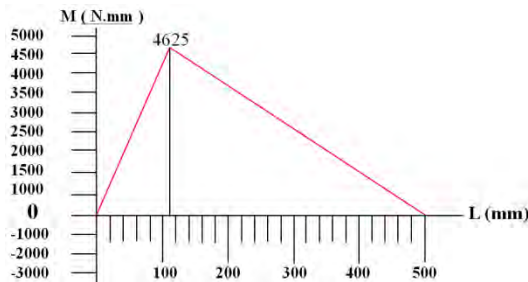
$$M_d + 11,870 \cdot 390 = 0$$

$$M_d = -4629,3$$

Ld	Md
0	0
50	-593,5
100	-1187
150	-1780,5
200	-2374
250	-2967,5
300	-3561
350	-4154,5
390	-4629,3

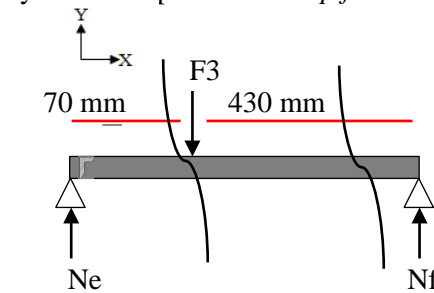


Gambar 4.28 diagram geser *upper frame* belakang

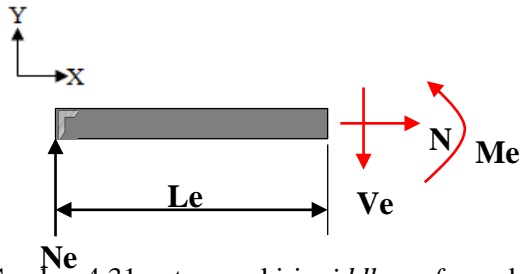


Gambar 4.29 diagram momen *upper frame* belakang

Selanjutnya analisis pada *middle up frame* bagian belakang



Gambar 4.30 Potongan *middle up frame* belakang



Gambar 4.31 potongan kiri *middle up frame* belakang

$$\sum F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$N_e - V_e = 0$$

$$37,9647 - V_e = 0$$

$$V_e = 37,9647$$

$$\sum M_e = 0$$

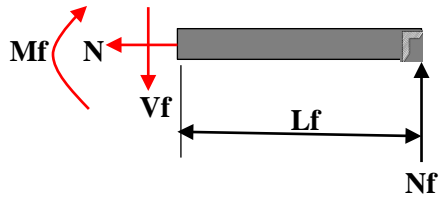
$$M_e - N_e \cdot L_e = 0$$

$$M_e - 37,9647 \cdot 70 = 0$$

$$M_e = 2657,529$$

Le	Me
0	0
10	379,64
20	759,294
30	1138,94
40	1518,58
50	1898,24
60	2277,88
70	2657,52

Lalu potongan kanan sebagai berikut,



Gambar 4.32 potongan kanan *middle up frame* belakang

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_f + V_f = 0$$

$$6,1803 + V_f = 0$$

$$V_f = -6,1803$$

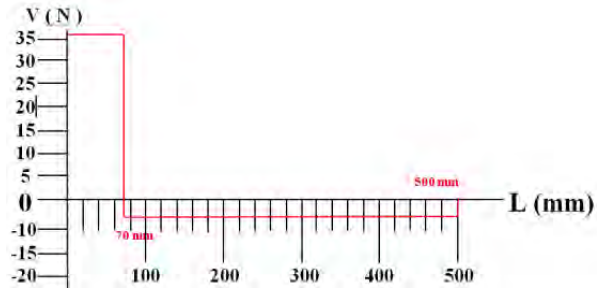
$$\circlearrowleft \Sigma M_f = 0$$

$$M_f - N_f \cdot L_f = 0$$

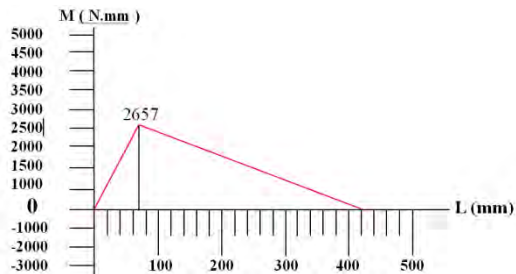
$$M_f - 6,1803 \cdot 430 = 0$$

$$M_f = 2657,52$$

Lf	Mf
0	0
50	309,015
100	618,03
150	927,045
200	1236,06
250	1545,075
300	1854,09
350	2163,105
400	2472,12
430	2657,52

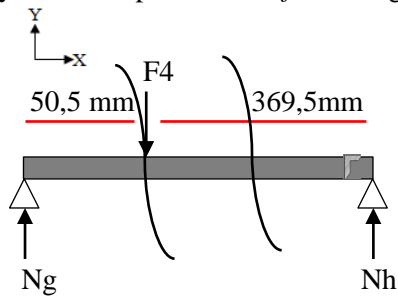


Gambar 4.33 diagram geser *middle up frame* belakang

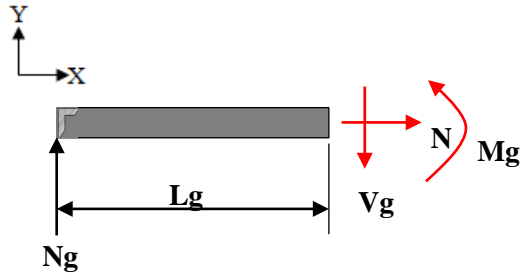


Gambar 4.34 diagram momen *middle up frame* belakang

Selanjutnya analisis pada *middle frame* bagian samping



Gambar 4.35 Potongan *middle up frame* samping



Gambar 4.36 potongan kiri *middle up frame* samping

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_g - V_g = 0$$

$$38,837 - V_g = 0$$

$$V_g = 38,837$$

$$\curvearrowright \Sigma M_g = 0$$

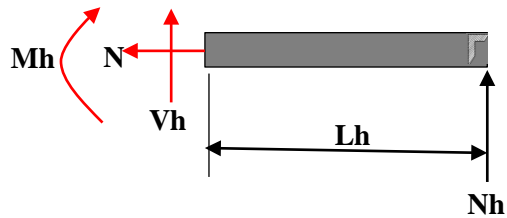
$$M_g - N_g \cdot L_g = 0$$

$$M_g - 38,837 \cdot 50,5 = 0$$

$$M_g = 1961,268$$

L_g	M_g
0	0
10	388,37
20	776,74
30	1165,11
40	1553,48
50	1941,85
50,5	1961,268

Lalu potongan kanan sebagai berikut,



Gambar 4.37 potongan kanan *middle up frame* sampling

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_h + V_h = 0$$

$$5,3079 + V_h = 0$$

$$V_h = -5,3079$$

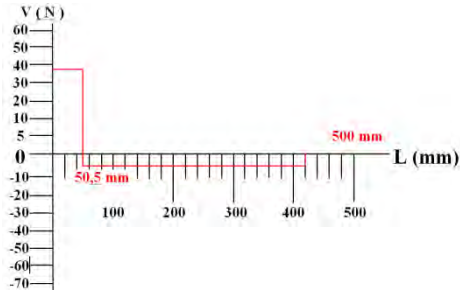
$$\curvearrowright \Sigma M_h = 0$$

$$M_h - N_h \cdot L_h = 0$$

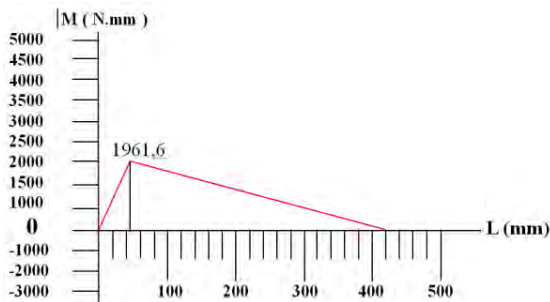
$$M_h + 5,3079 \cdot 369,5 = 0$$

$$M_h = -1961,26$$

Lh	Mh
0	0
50	-265,395
100	-530,79
150	-796,18
200	-1061,58
250	-1326,975
300	-1592,37
350	-1857,765
369,5	-1961,26

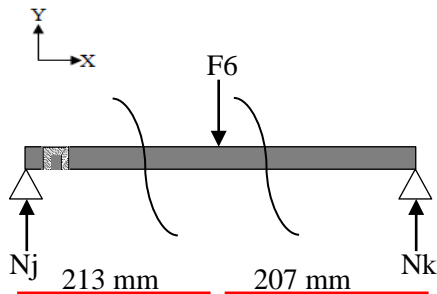


Gambar 4.38 diagram geser *middle up frame* sampling

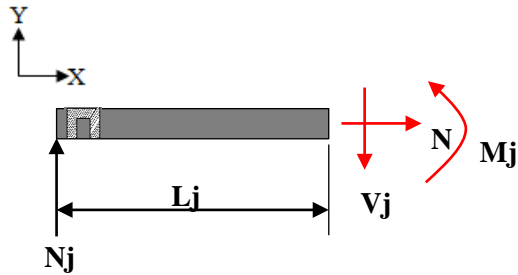


Gambar 4.39 diagram momen *middle up frame* sampling

Selanjutnya analisis pada *middle down frame*



Gambar 4.40 Potongan *middle down frame*



Gambar 4.41 Potongan kiri *middle down frame*

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_j - V_j = 0$$

$$16,923 - V_j = 0$$

$$V_j = 16,923$$

$$\circlearrowleft \Sigma M_j = 0$$

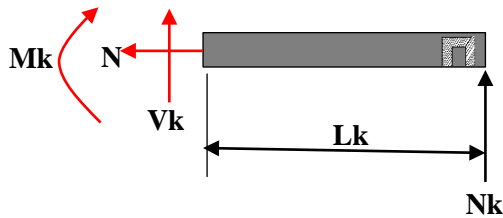
$$M_j - N_j \cdot L_j = 0$$

$$M_j - 16,923 \cdot 213 = 0$$

$$M_j = 3604,599$$

L_j	M_j
0	0
40	676,92
80	1353,84
120	2030,76
160	2707,68
200	3384,60
213	3604,599

Lalu potongan kanan sebagai berikut,



Gambar 4.42 potongan kanan *middle down frame*

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_k + V_k = 0$$

$$17,412 + V_k = 0$$

$$V_k = -17,412$$

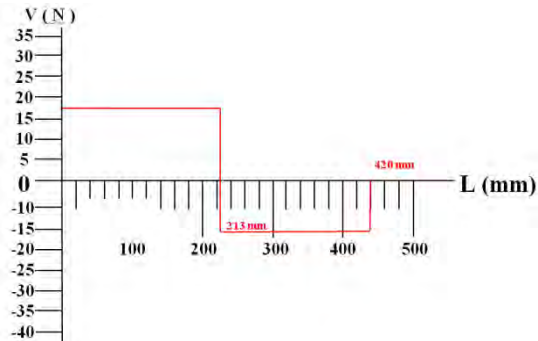
$$\curvearrowright \Sigma M_k = 0$$

$$M_k - N_k \cdot L_k = 0$$

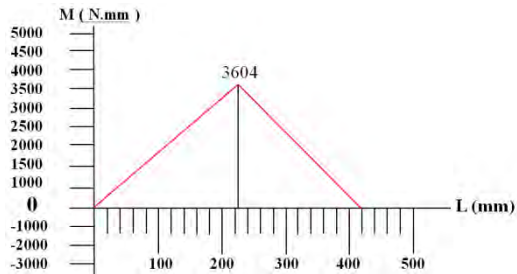
$$M_k + 17,412 \cdot 207 = 0$$

$$M_k = -3604,28 \text{ N.mm}$$

Lk	Mk
0	0
40	-696,48
80	-1392,96
120	-2089,44
160	-2785,92
200	-3482,4
207	-3604,284

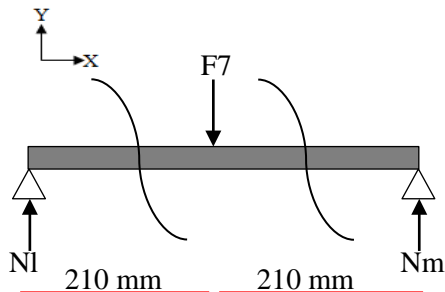


Gambar 4.43 diagram geser *middle down frame*

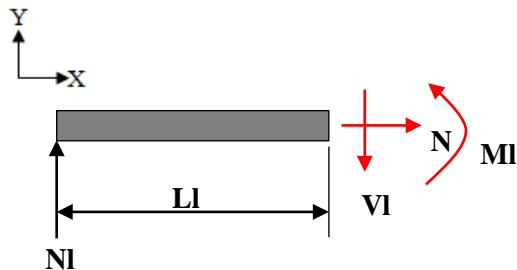


Gambar 4.44 Diagram momen *middle down frame*

Selanjutnya analisis pada *down frame*



Gambar 4.45 Potongan *down frame*



Gambar 4.46 Potongan kiri *down frame*

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N - V = 0$$

$$2,452 - V = 0$$

$$V = 2,452$$

$$\curvearrowright \Sigma M = 0$$

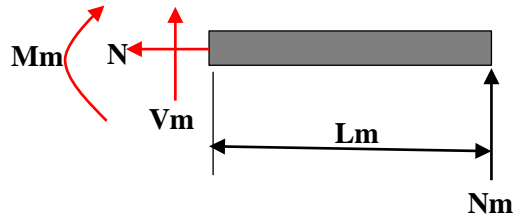
$$M - N \cdot V = 0$$

$$M - 2,452 \cdot 210 = 0$$

$$M = 514,92$$

L	M
0	0
40	101,68
80	203,36
120	305,04
160	406,72
200	508,40
210	514,92

Lalu potongan kanan sebagai berikut,



Gambar 4.47 potongan kanan *middle frame* depan

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$N = 0$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N_m + V_m = 0$$

$$2,452 + V_m = 0$$

$$V_m = -2,452$$

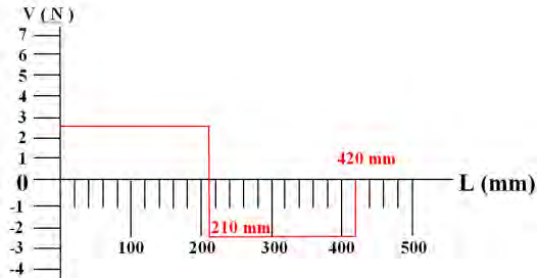
$$\curvearrowright \Sigma M_m = 0$$

$$M_m - N_m \cdot L_m = 0$$

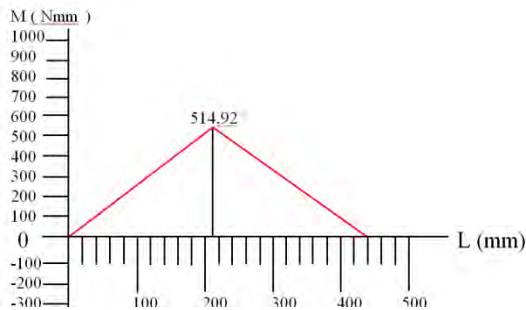
$$M_m + 2,452 \cdot 210 = 0$$

$$M_m = -514,92 \text{ N.mm}$$

Lm	Mm
0	0
40	-101,68
80	-203,36
120	-305,04
160	-406,72
200	-508,40
210	-514,92



Gambar 4.48 Diagram Geser *down frame*



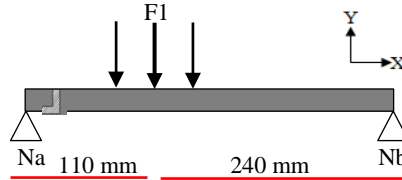
Gambar 4.49 Diagram Momen *down frame*

4.4 Tegangan Maksimum pada Kerangka

Sebelum dilakukan perhitungan tegangan maksimum pada kerangka terlebih dahulu kita harus mengetahui tegangan ijin yang ada pada kerangka mesin,

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Ijin bending } |\sigma_b| &= \frac{\sigma_{byp}}{sf} \\
 &= \frac{k_b \cdot \sigma_{yp}}{sf} \\
 &= \frac{1 \times 250}{2} \\
 &= 125 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tegangan maksimum yang terjadi pada *upper frame* depan yang diakibatkan oleh momen bending dapat dihitung seperti dibawah ini



Gambar 4.50 diagram benda bebas *upper frame* depan

$$Mb_a = F1 \cdot l$$

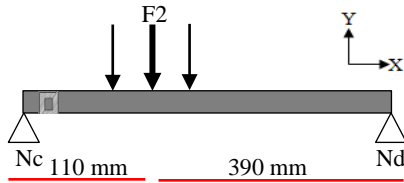
$$Mb_a = 53,955 \times 110$$

$$Mb_a = 5935,05 \text{ N.mm}$$

Kemudian apabila momen bending telah ditemukan nilainya, maka mencari nilai tegangan maksimum dengan memasukkan rumus yang ada pada persamaan 2.4 seperti dibawah ini,

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{Mb_a \times C}{I} \\ &= \frac{5935,05 \text{ N.mm} \times 20 \text{ mm}}{21525,33 \text{ mm}^4} \\ &= 5,513 \text{ N/mm}^2 \\ &= 5,513 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Selanjutnya mencari tegangan maksimum yang ada pada *upper frame* belakang dengan diagram benda bebas seperti di bawah ini,



Gambar 4.51 diagram benda bebas *upper frame* belakang

$$Mb_c = F2 \cdot l$$

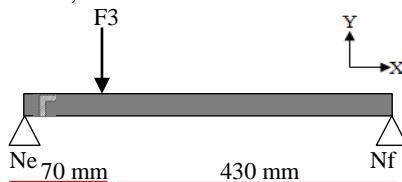
$$Mb_c = 53,955 \cdot 110$$

$$Mb_c = 5935,05 \text{ N.mm}$$

Kemudian apabila momen bending telah ditemukan nilainya, maka mencari nilai tegangan maksimum dengan memasukkan rumus yang ada pada persamaan 2.4 seperti dibawah ini,

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= \frac{Mb_c \times C}{I} \\ &= \frac{5935,05 \text{ N.mm} \times 20 \text{ mm}}{43050,66 \text{ mm}^4} \\ &= 2,757 \text{ N/mm}^2 \\ &= 2,757 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Selanjutnya mencari tegangan maksimum yang ada pada *middle up frame* belakang dengan diagram benda bebas seperti di bawah ini,



Gambar 4.52 diagram benda bebas *middle up frame* belakang

$$Mb_e = F3 \cdot l$$

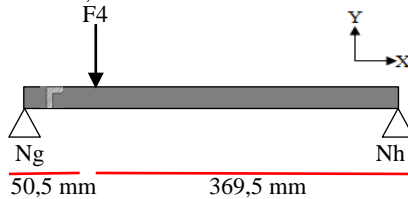
$$Mb_e = 44,145 \cdot 70$$

$$Mb_e = 3090,15 \text{ N.mm}$$

Kemudian apabila momen bending telah ditemukan nilainya, maka mencari nilai tegangan maksimum dengan memasukkan rumus yang ada pada persamaan 2.4 seperti dibawah ini,

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= \frac{M_b \times C}{I} \\ &= \frac{3090,15 \text{ N.mm} \times 20 \text{ mm}}{21525,33 \text{ mm}^4} \\ &= 2,8706 \text{ N/mm}^2 \\ &= 2,8706 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Selanjutnya mencari tegangan maksimum yang ada pada *middle up frame* samping dengan diagram benda bebas seperti di bawah ini,



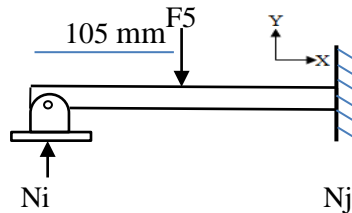
Gambar 4.53 diagram benda bebas *middle up frame* samping

$$\begin{aligned}M_b &= F4 \cdot l \\ M_b &= 44,145 \cdot 50,5 \\ M_b &= 2229,3225 \text{ N.mm}\end{aligned}$$

Kemudian apabila momen bending telah ditemukan nilainya, maka mencari nilai tegangan maksimum dengan memasukkan rumus yang ada pada persamaan 2.4 seperti dibawah ini,

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= \frac{M_b \times C}{I} \\ &= \frac{2229,3225 \text{ N.mm} \times 20 \text{ mm}}{21525,33 \text{ mm}^4} \\ &= 2,070 \text{ N/mm}^2 \\ &= 2,070 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Selanjutnya mencari tegangan maksimum yang ada pada motor support depan dengan diagram benda bebas seperti di bawah ini,



Gambar 4.54 diagram benda bebas motor *support*

$$M_b = F5 \cdot l$$

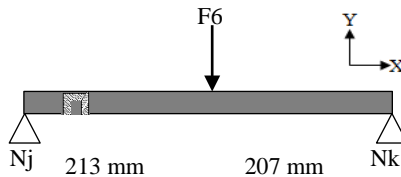
$$M_{b_i} = 117,72 \cdot 105$$

$$M_{b_i} = -12360,6 \text{ N.mm}$$

Kemudian apabila momen bending telah ditemukan nilainya, maka mencari nilai tegangan maksimum dengan memasukkan rumus yang ada pada persamaan 2.4 seperti dibawah ini,

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= \frac{M_{b_i} \times C}{I} \\ &= \frac{12360,6 \text{ N.mm} \times 1,5 \text{ mm}}{882 \text{ mm}^4} \\ &= 21,02 \text{ N/mm}^2 \\ &= 21,02 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Selanjutnya mencari tegangan maksimum yang ada pada *middle down frame* belakang dengan diagram benda bebas seperti di bawah ini,



Gambar 4.55 diagram benda bebas *middle down frame*

$$M_{b_j} = F_6 \cdot l$$

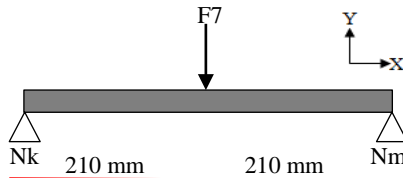
$$M_{b_j} = 34,335. 213$$

$$M_{b_j} = 7313,355 \text{ N.mm}$$

Kemudian apabila momen bending telah ditemukan nilainya, maka mencari nilai tegangan maksimum dengan memasukkan rumus yang ada pada persamaan 2.4 seperti dibawah ini,

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= \frac{M_{b_g} \times C}{I} \\ &= \frac{7313,355 \text{ N.mm} \times 20 \text{ mm}}{393912,78 \text{ mm}^4} \\ &= 0,3713 \text{ N/mm}^2 \\ &= 0,3713 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Selanjutnya mencari tegangan maksimum yang ada pada *down frame* dengan diagram benda bebas seperti di bawah ini,



Gambar 4.56 diagram benda bebas *down frame*

$$M_{b_j} = F_7 \cdot l$$

$$M_{b_j} = 4,905. 210$$

$$M_{b_j} = 1030,05 \text{ N.mm}$$

Kemudian apabila momen bending telah ditemukan nilainya, maka mencari nilai tegangan maksimum dengan memasukkan rumus yang ada pada persamaan 2.4 seperti dibawah ini,

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\max} &= \frac{M b_j \times C}{I} \\
 &= \frac{1030,05 \text{ N.mm} \times 1,5 \text{ mm}}{1125 \text{ mm}^4} \\
 &= 1,3 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 1,3 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

4.5 Hasil Analisis dengan software ANSYS Workbench

Analisis dilakukan pada seluruh kerangka mesin yang menerima beban diatasnya, dalam hal ini yaitu kerangka mesin 3 in 1 pembuat kerupuk sermier yang searah sumbu x. Kerangka mesin ini memiliki ukuran panjang 500 mm dengan baja profil siku ukuran 40 mm x 40 mm x 4 mm menggunakan material ASTM A36 dan menggunakan meshing method *hex dominant*.

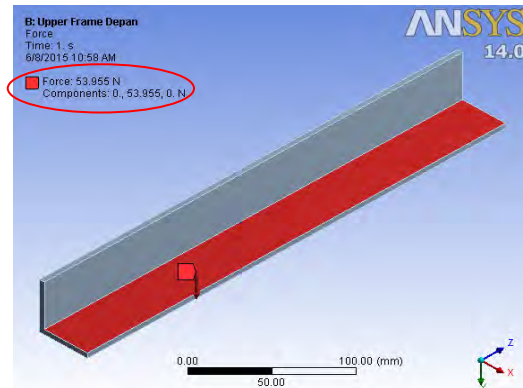
Data input untuk melakukan simulasi dengan Ansys 14.0 yaitu beberapa *material properties* dari ASTM A36 yang ada pada pada tabel 2.1 yaitu seperti berikut:

Tabel 4.1 Data Input Ansys

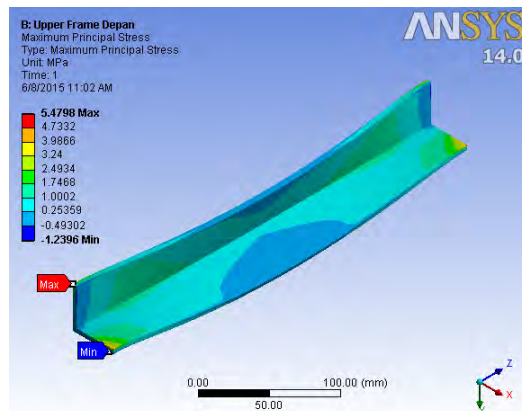
No.	Properties	Nilai
1	Density	77.85 g/cm ³
2	Tensile Strength, Ultimate	400-550 MPa
3	Yield Strength	250 MPa
4	Bulk Modulus	400 GPa
5	Shear Stress	79,3 GPa

Selain material properties dilakukan data input berupa pengunggahan geometri bagian rangka dan besar gaya pembebanan. Sehingga akan keluar output berupa tegangan maksimum pada Ansys 14.0

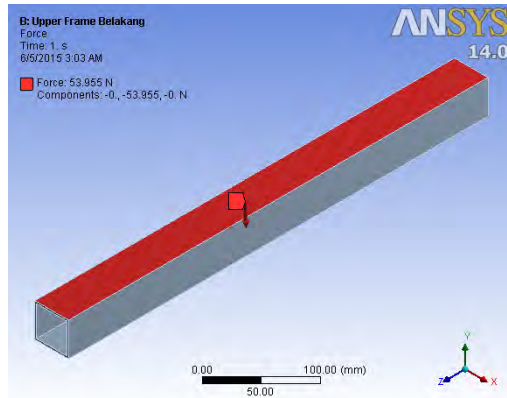
Bagian pertama yang akan dilakukan simulasi yaitu pada *upper frame* depan yang diberi pembebanan 53,955 N pada bagian yang berwarna merah seperti,



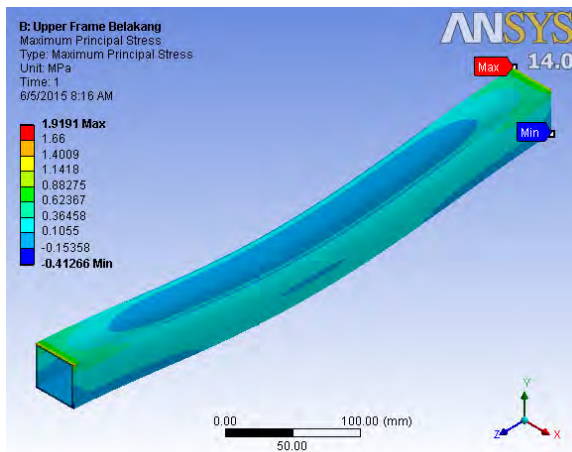
Gambar 4.57 Pembebanan *upper frame* depan
 Kemudian didapatkan hasil analisa menggunakan ANSYS Workbench dengan nilai tegangan maksimum sebesar 5,4798 MPa seperti berikut



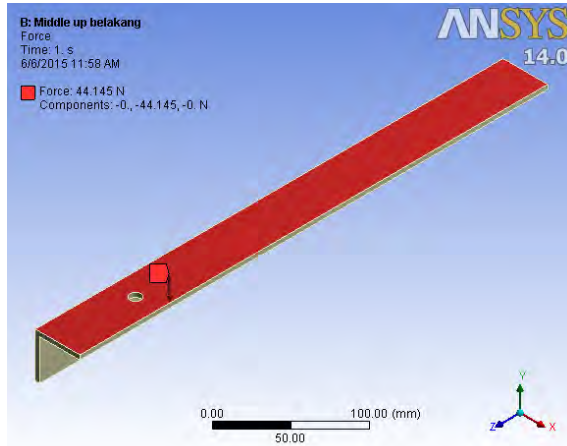
Gambar 4.58 Tegangan maksimum pada ANSYS
 Bagian kedua yang akan dilakukan simulasi yaitu pada *upper frame* belakang yang diberi pembebanan 53,955 N pada bagian yang berwarna merah seperti,



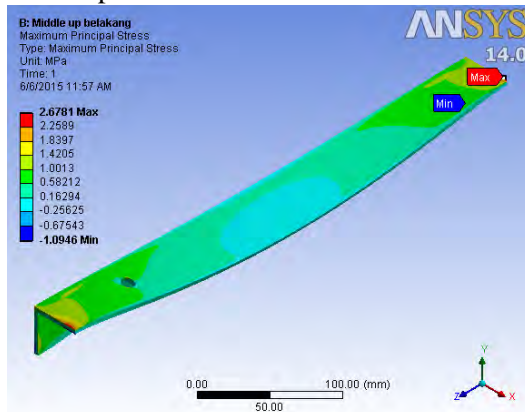
Gambar 4.60 Pembebanan *upper frame* belakang
Kemudian didapatkan hasil analisa menggunakan ANSYS Workbench dengan nilai tegangan maksimum sebesar 1,9191 MPa seperti berikut



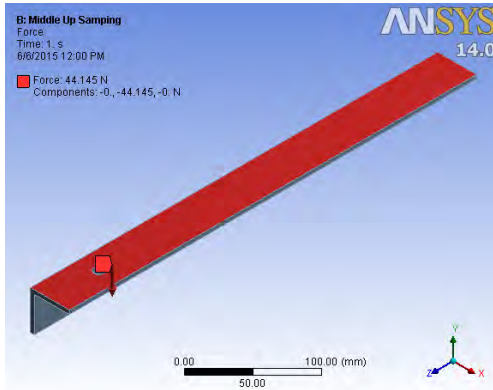
Gambar 4.61 Tegangan maksimum pada ANSYS
Bagian ketiga yang akan dilakukan simulasi yaitu pada *middle up frame* belakang yang diberi pembebanan 44,145 N pada bagian yang berwarna merah seperti,



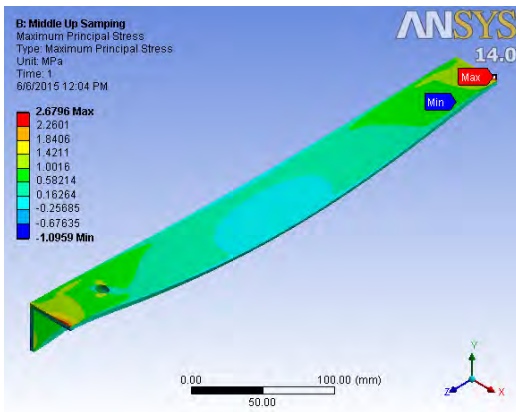
Gambar 4.62 Pembebanan *middle up frame* belakang
 Kemudian didapatkan hasil analisa menggunakan ANSYS Workbench dengan nilai tegangan maksimum sebesar 2,6781 MPa seperti berikut



Gambar 4.63 Tegangan maksimum pada ANSYS
 Bagian keempat yang akan dilakukan simulasi yaitu pada *middle up frame* samping yang diberi pembebanan 44,145 N pada bagian yang berwarna merah seperti,

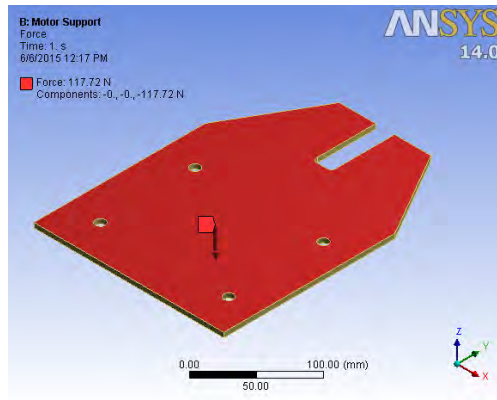


Gambar 4.64 Pembebanan *middle up frame* samping
 Kemudian didapatkan hasil analisa menggunakan ANSYS Workbench dengan nilai tegangan maksimum sebesar 2,6796 MPa seperti berikut



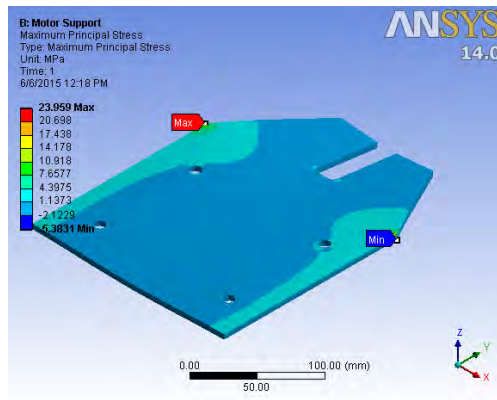
Gambar 4.65 Tegangan maksimum pada ANSYS

Bagian kelima yang akan dilakukan simulasi yaitu pada *middle down frame* yang diberi pembebanan 117,72 N pada bagian yang berwarna merah seperti,



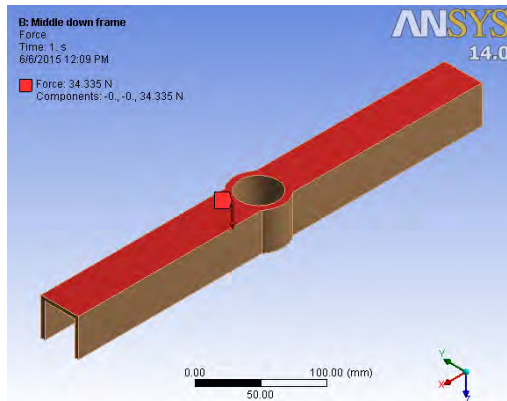
Gambar 4.66 Pembebanan pada motor support

Kemudian didapatkan hasil analisa menggunakan ANSYS Workbench dengan nilai tegangan maksimum sebesar 23,959 MPa



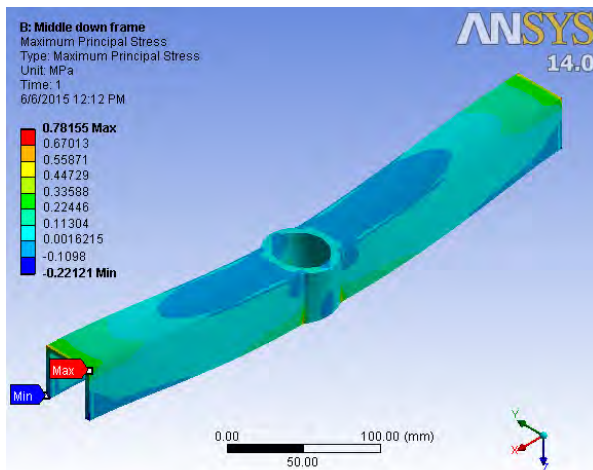
Gambar 4.67 Tegangan maksimum pada ANSYS

Bagian keenam yang akan dilakukan simulasi yaitu pada *middle down frame* yang diberi pembebanan 34,335 N pada bagian yang berwarna merah seperti



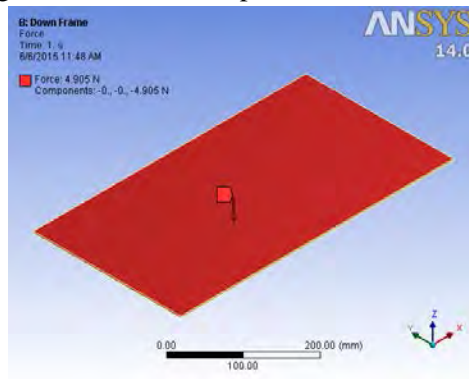
Gambar 4.68 Pembebanan *middle down frame*

Kemudian didapatkan hasil analisa menggunakan ANSYS Workbench dengan nilai tegangan maksimum sebesar 0,78155 MPa seperti berikut



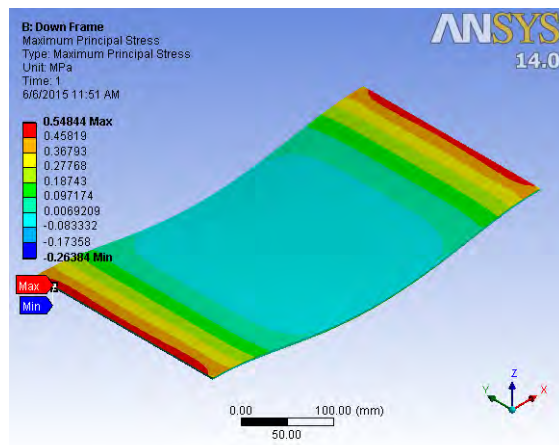
Gambar 4.69 Tegangan maksimum pada ANSYS

Bagian terakhir yang akan dilakukan simulasi yaitu pada *middle down frame* yang diberi pembebanan 4,905 N pada bagian yang berwarna merah seperti,



Gambar 4.70 Pembebanan pada *down frame*

Kemudian didapatkan hasil analisa menggunakan ANSYS Workbench dengan nilai tegangan maksimum sebesar 0,5484 MPa seperti berikut



Gambar 4.71 Tegangan maksimum pada ANSYS

4.6 Validasi Hitungan teoritis dan Simulasi ANSYS

No	Bagian Kerangka	Hasil Hitungan Teoritis	Hasil Simulasi ANSYS Workbench 14.0	Selisih Perhitungan
1	<i>Upper frame Depan</i>	5,513	5,4798	0,0332
2	<i>Upper frame Belakang</i>	2,757	1,9191	0,8379
3	<i>Middle Up frame Belakang</i>	2,8706	2,6781	0,1925
4	<i>Middle Up frame Samping</i>	2,070	2,6796	0,6096
5	<i>Motor Support</i>	25,39	23,959	1,4
6	<i>Middle down frame</i>	0,371	0,7815	0,4109
7	<i>Down frame</i>	1,3	0,5484	0,7516

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan secara teoritis dan telah dilakukan analisa numerik menggunakan ANSYS Workbench 14.0, dapat diambil kesimpulan dari hasil yang sudah diperoleh. Yaitu sebagai berikut :

1. Struktur kerangka atas dan bawah mesin pembuat kerupuk masih dalam keadaan aman setelah dikenai pembebanan berupa gaya yang terjadi pada mesin tersebut, terlihat dari tegangan yang terbesar akibat pembebanan masih dibawah tegangan ijin dari material kerangka mesin.
2. Setelah pembuatan mesin pembuat kerupuk sermier dilakukan proses perhitungan, didapatkan tegangan maksimum (σ_{max}) pada kerangka mesin sebesar:

No	Bagian Kerangka	Hasil Hitungan Teoritis	Hasil Simulasi ANSYS Workbench 14.0	Selisih Perhitungan
1	<i>Upper frame Depan</i>	5,513	5,4798	0,0332
2	<i>Upper frame Belakang</i>	2,757	1,9191	0,8379
3	<i>Middle Up frame Belakang</i>	2,8706	2,6781	0,1925
4	<i>Middle Up frame Samping</i>	2,070	2,6796	0,6096
5	<i>Motor Support</i>	25,39	23,959	1,43
6	<i>Middle down frame</i>	0,371	0,7815	0,4109
7	<i>Down frame</i>	1,3	0,5484	0,7516

5.2. Saran

1. Untuk hasil lebih maksimal, perlu simulasi pada keadaan dinamis pada rangka mesin pembuat kerupuk sernier dengan perhitungan manual yang dinamis juga, sehingga hasil lebih akurat
2. Diharapkan pada tugas akhir selanjutnya dilakukan perhitungan manual serta membandingkan hasil simulasi numerik pada bagian pamaru, penyaring maupun pengaduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, Rachmawan, 2013 *Ranang Bangun dan Analisa struktur rangka pada sepeda motor berbahan bakar LPG*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.,
- Deutschman Aaron D, 1975. *Machine Design teory and practice*, Macmillan Publishing Co. Inc.,
- Hibbeler R C, 2011. *Mechanics of Materials*, United States, Pearson Pretince Hall.,
- Pratama Anthony, Rishad. 2014, *Analisa Struktur Rangka Atas dan Bawah pada Mesin Pembuat Pelet Ikan dengan Menggunakan Software ANSYS 12.1*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Richards, Keith L. 2013 *Design Engineer's Handbook*. United States of America. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Sato G Takeshi, 2008. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*, Pradnya Paramita.
- Widiyono, M.Sc Ir. Eddy. 2011. *Mekanika Teknik*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN










Tabel A.1 Konversi Satuan

TABLE. : <i>Conversion Factors</i>	
Area	
1 mm ² = 1.0 × 10 ⁻⁶ m ²	1 ft ² = 144 in. ²
1 cm ² = 1.0 × 10 ⁻⁴ m ² = 0.1550 in. ²	1 in. ² = 6.4516 cm ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 m ² = 10.7639 ft ²	1 ft ² = 0.092 903 m ²
Conductivity	
1 W/m-K = 1 J/s-m-K	
= 0.577 789 Btu/h-ft-R	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
Density	
1 kg/m ³ = 0.06242797 lbm/ft ³	1 lbm/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³
1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³	
1 g/cm ³ = 1 kg/L	
Energy	
1 J = 1 N-m = 1 kg-m ² /s ²	
1 J = 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 cal (Int.) = 4.1868 J	= 1.28507 × 10 ⁻³ Btu
	1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
1 erg = 1.0 × 10 ⁻⁷ J	= 778.1693 lbf-ft
1 eV = 1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J	
Force	
1 N = 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)	
Gravitation	
g = 9.80665 m/s ²	g = 32.17405 ft/s ²
Heat capacity, specific entropy	
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
Heat flux (per unit area)	
1 W/m ² = 0.316 998 Btu/h-ft ²	1 Btu/h-ft ² = 3.15459 W/m ²
Heat transfer coefficient	
1 W/m ² -K = 0.176 11 Btu/h-ft ² -R	1 Btu/h-ft ² -R = 5.67826 W/m ² -K
Length	
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m



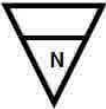
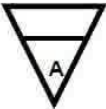

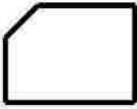


Tabel A.1 Konversi Satuan

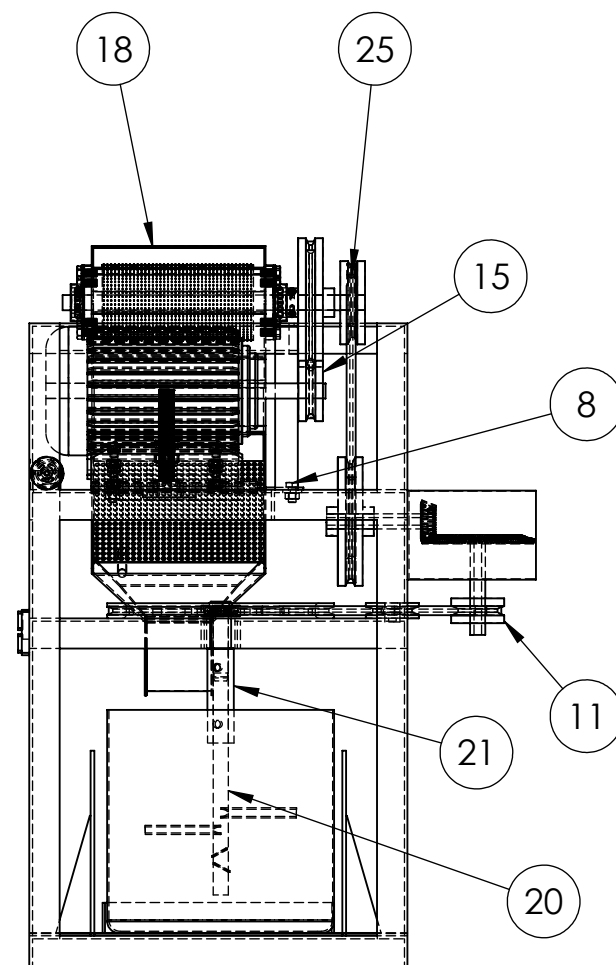
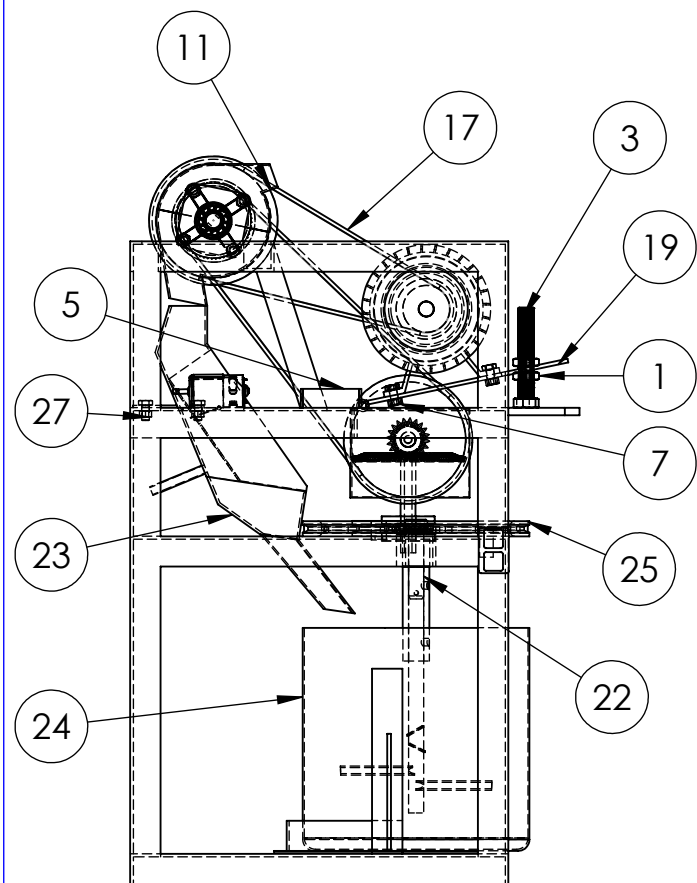
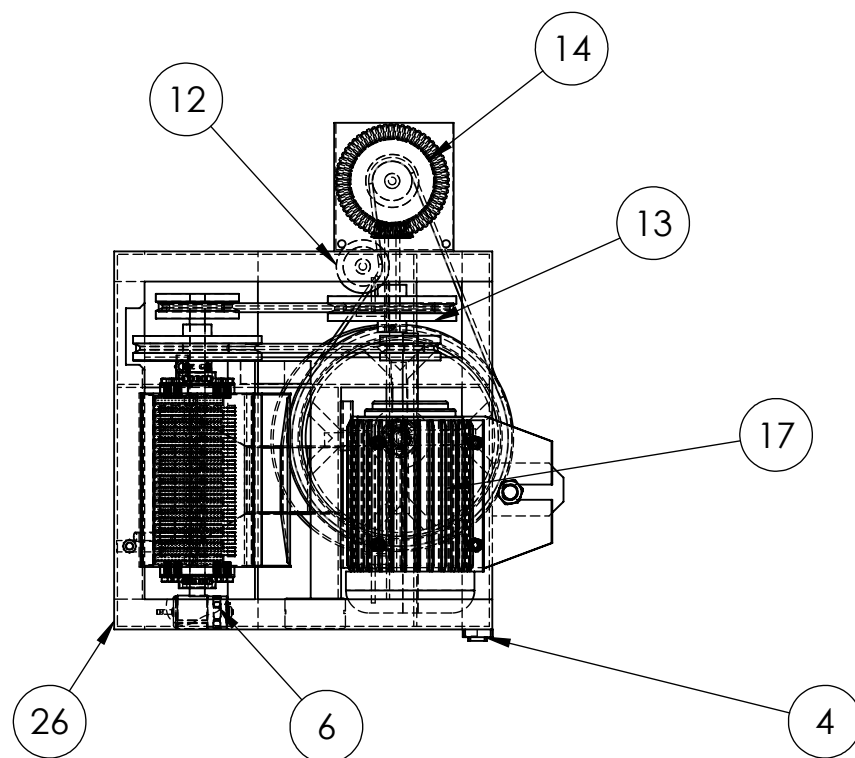
TABLE (Continued) Conversion Factors			
Mass			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= 6.47989×10^{-5} kg	1 ton	= 2000 lbm
Moment (torque)			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
Momentum (mV)			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
Power			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/h
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h
Pressure			
1 Pa	= 1 N/m ² = 1 kg/m-s ²	1 lbf/in. ²	= 6.894 757 kPa
1 bar	= 1.0×10^5 Pa = 100 kPa		
1 atm	= 101.325 kPa	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. ²
	= 1.01325 bar		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 760 mm Hg [0°C]		= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
	= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]		
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 bar	= 0.986 92 bar
1 mm Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. Hg [0°C]	= 0.491 15 lbf/in. ²
1 m H ₂ O [4°C]	= 9.806 38 kPa	1 in. H ₂ O [4°C]	= 0.036 126 lbf/in. ²
Specific energy			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= 2.98907×10^{-3} kJ/kg
			= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

Tabel B.1 Diagram Alir


SIMBOL	NAMA	FUNGSI
	TERMINATOR	Permulaan/akhir program
	GARIS ALIR (FLOW LINE)	Arah aliran program
	PREPARATION	Proses inisialisasi/pemberian harga awal
	PROCESS	Proses perhitungan/proses pengolahan data
	INPUT/ OUTPUT DATA	Proses input/output data, parameter, informasi
	PREDEFINED PROCESS (SUB PROGRAM)	Permulaan sub program/proses menjalankan sub program
	DECISION	Perbandingan pernyataan/ penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
	ON PAGE CONNECTOR	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada satu halaman
	OFF PAGE CONNECTOR	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda

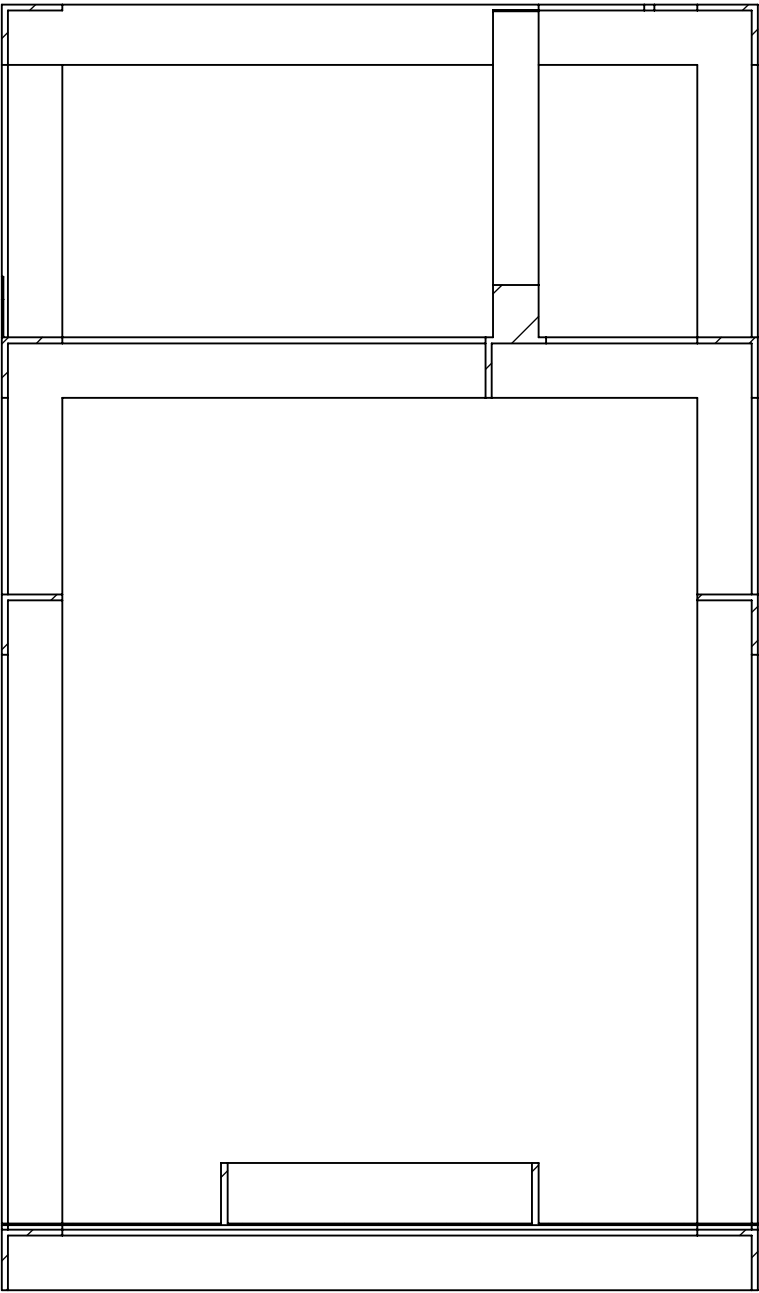
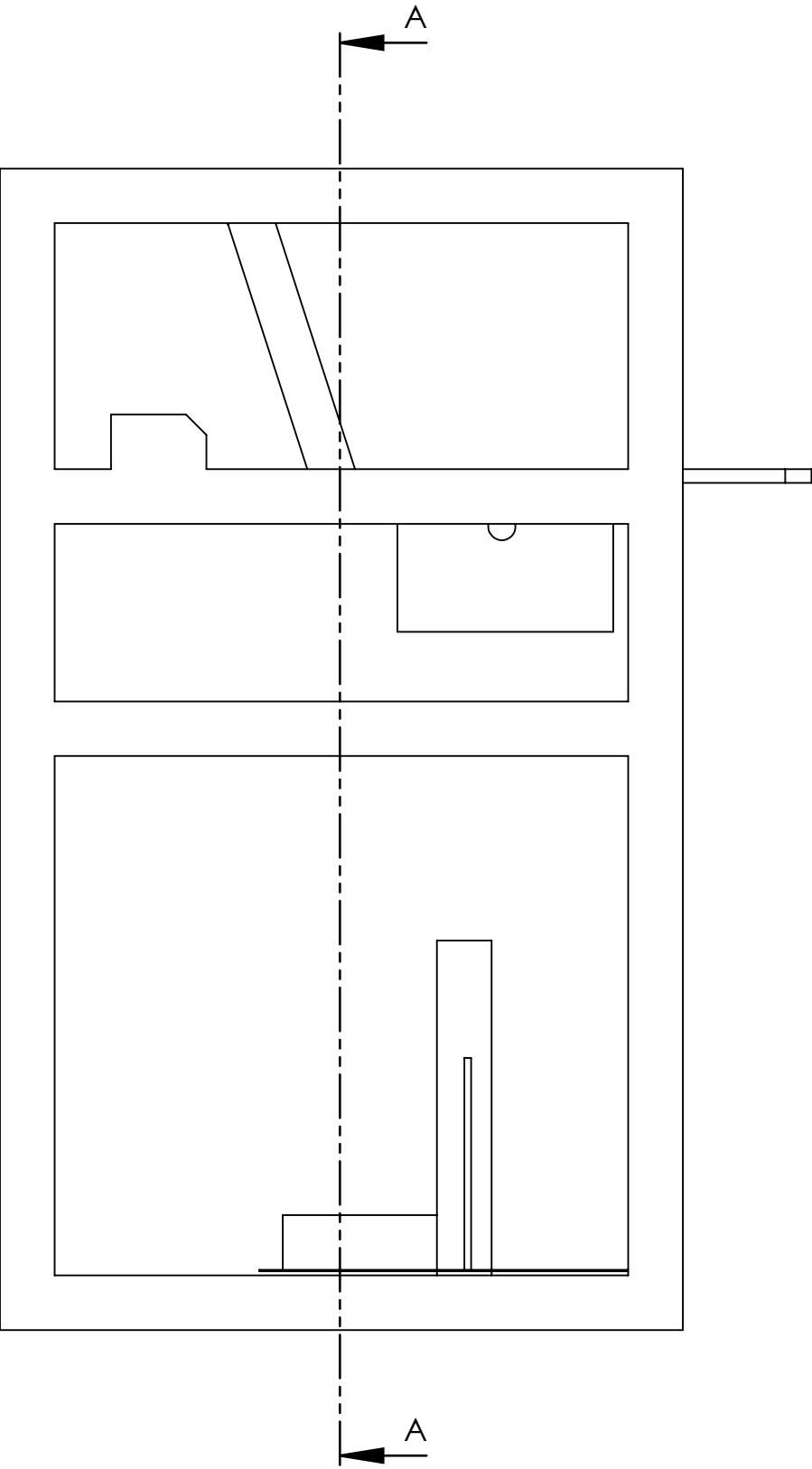
Tabel B.2 Diagram Alir

	Simbol Dokumen; menunjukkan input dan output baik untuk proses manual, mekanik atau komputer		Simbol manual; menunjukkan pekerjaan manual
	Simbol simpanan offline ; file non-komputer yg diarsip urut angka (numerical)		Simbol simpanan offline; file non-komputer yg diarsip urut huruf (akphabetical)
	Simbol simpanan offline; file non komputer yg diarsip urut tanggal (chronological)		Simbol kartu punc; menunjukkan i/o yg menggunakan kartu punch
	Simbol Proses; menunjukkan kegiatan proses dari operasi program komputer		Simbol operasi luar; menunjukkan operasi yg dilakukan diluar operasi komputer

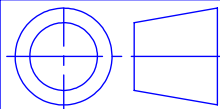


27	1	ISO 4018- M 10 x 20- N	-	mm	-
26	1	Kerangka	ASTM A36	mm	-
25	1	Pulley 300	Besi Cor	mm	-
24	1	Wadah Pengaduk	Stainless Steel	mm	-
23	1	Penyaring	Stainless Steel	mm	-
22	1	Clevis Pin ISO 2341 - B - 20 x 100 x 5 - St	-	mm	-
21	2	V - Block	Baja Paduan	mm	-
20	1	Pisau Pengaduk	Stainless Steel	mm	-
19	1	Motor Support	Baja ST 37	mm	-
18	1	Pemarut	Stainless Steel	mm	-
17	1	Motor AC	Baja	mm	1 HP
16	3	Bearing	-	mm	-
15	1	Pulley 60	Besi Cor	mm	-
14	1	Bavel Gear	Modul 2,5	mm	Module 2,5
13	1	Pulley 150	Besi Cor	mm	-
12	1	Tensioner	Besi Cor	mm	-
11	1	Pulley 50	Besi Cor	mm	-
10	1	Belt	Solid Wolvn Cotton	mm	-
9	1	Poros Penyaring	Baja ST 37	mm	-
8	6	ISO 4017 - M10 x 20-N	-	mm	-
7	6	Hexagon Nut ISO - 7413 - M10 - W - N	-	mm	-
6	1	Motor DC	Baja	mm	12 Volt,4 Ampere
5	1	Adaptor	-	mm	-
4	1	tombol on off	-	mm	-
3	1	ISO 8765 - M20x1.5 x 120 x 120-S	-	mm	-
2	1	Pulley 90	Besi Cor	mm	-
1	2	Hexagon Thin Nut ISO - 4035 - M20 - S	-	mm	-

NO	JUM-LAH	NAMA BAGIAN	MATERIAL	UKURAN	KETERANGAN	
Kekerasan dalam mikrometer		TOLERANSI JIS				
	SKALA	: 1 : 10	DIGAMBAR: MUH. SEPTA H.		PERINGATAN :	
	UKURAN	: mm	NRP : 2112030065			
	TANGGAL	:23-06-15	DIPERIKSA : LIZA R. ST. , MT.			
D3TEKNIK MESIN FTI-ITS		MESIN 3 IN 1 PEMBUAT SERMIER			NO.01	A3



SECTION A-A



D3TEKNIK MESIN
FTI-ITS

SKALA : 1 : 5
UKURAN : mm
TANGGAL : 07-07-15

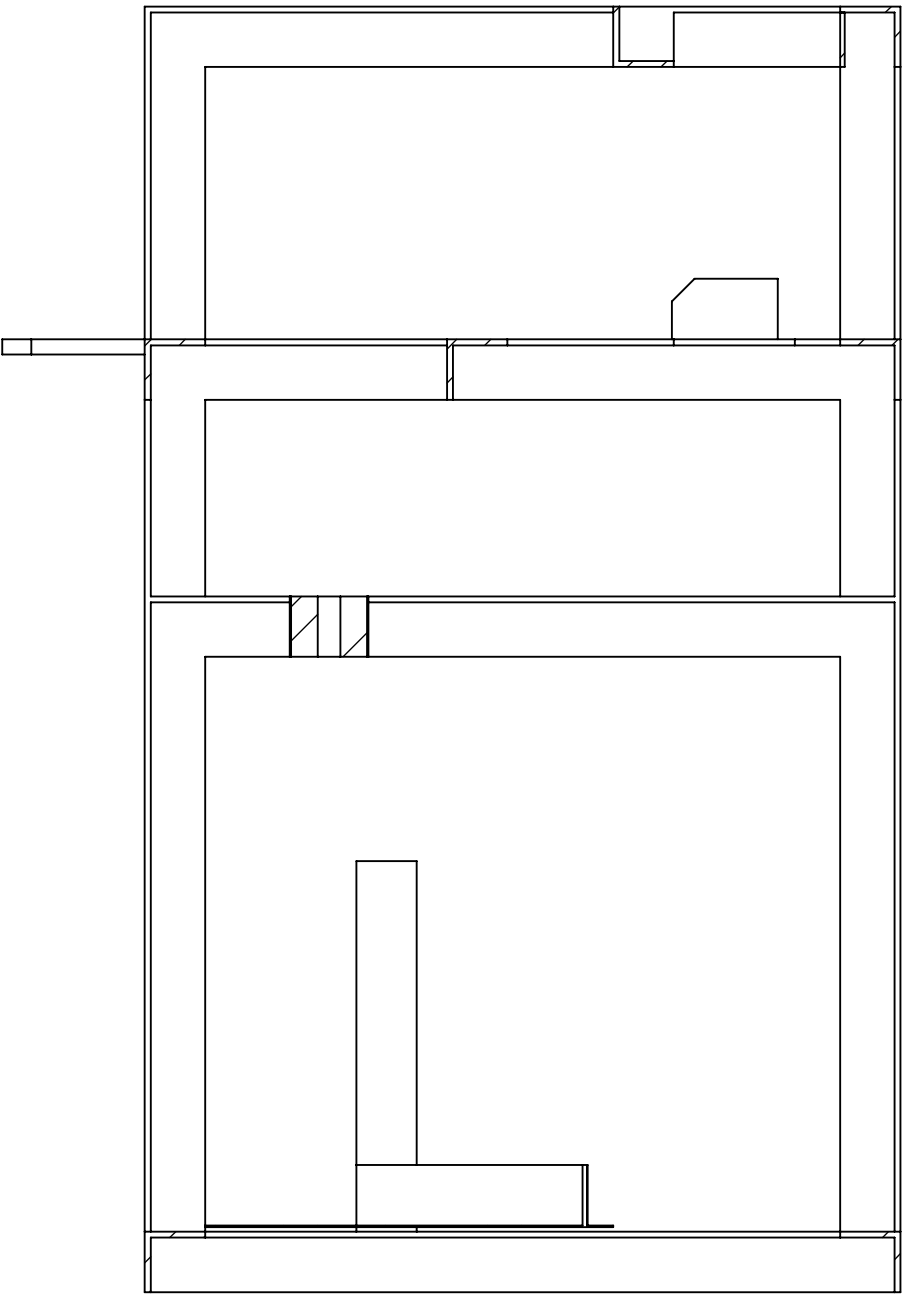
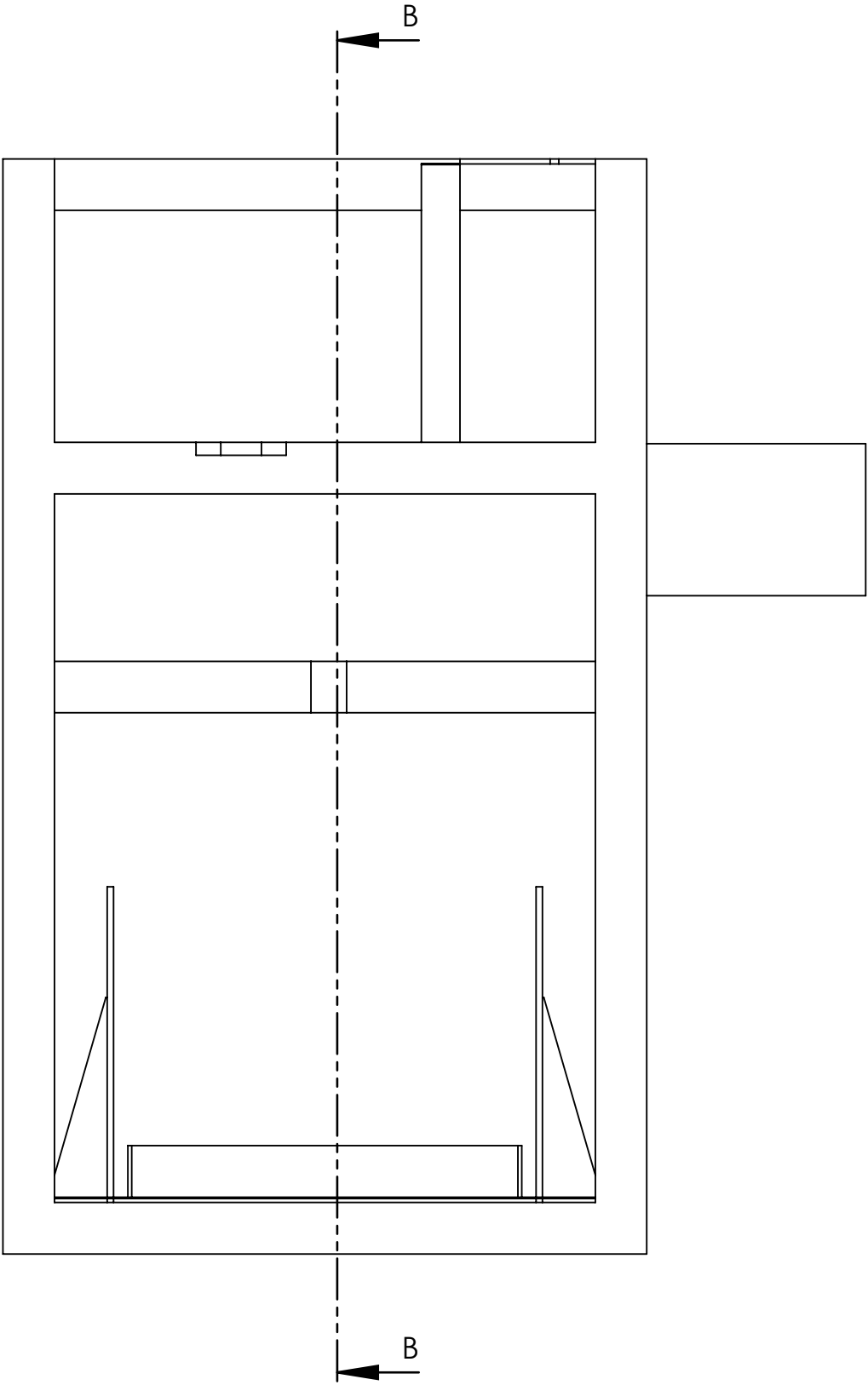
DIGAMBAR: MUH SEPTA H.
NRP : 2112030065
DIPERIKSA : LIZA R. ST. , MT.

KETERANGAN

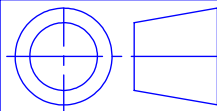
POTONGAN FRAME 1

NO.02

A3



SECTION B-B

	SKALA : 1 : 5	DIGAMBAR: MUH SEPTA H.	KETERANGAN	
	UKURAN : mm	NRP : 2112030065		
	TANGGAL : 07-07-15	DIPERIKSA : LIZA R. ST. , MT.		
D3TEKNIK MESIN FTI-ITS	POTONGAN FRAME 2		NO.03	A3

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang dilahirkan pada tanggal 18 September 1993 di Kediri, Provinsi Jawa Timur. Pendidikan formal yang pernah ditempuh meliputi SDN II TALES, SMPN 1 KRAS, dan SMAN 4 KEDIRI. Setelah itu penulis meneruskan pendidikan tingkat perguruan tinggi di Program Studi D3 Teknik Mesin dan mengambil - bidang studi Manufaktur di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2012. Ketertarikan penulis dalam bidang keorganisasian membuat penulis aktif dalam kegiatan-kegiatan organisasi di lingkungan kampus diantaranya di HMDM, BEM FTI, dan JMMI TPPI-ITS. Pada masa berorganisasi itu, penulis pernah menjadi staff LDJ Jundullah HMDM 2013/2014, Staff Sosmas di BEM FTI 2013/2014, Staff BPM di JMMI 2013/2014 dan menjadi Ketua Umum LDJ Jundullah 2014/2015. Selain itu penulis juga aktif di laboratorium D3 Teknik Mesin yaitu dengan menjadi Grader di Lab.Metalurgi 2013-2015 dan juga Lab. CAD 2015. Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. Petrokimia, Gresik Jawa Timur. Bagi pembaca yang ingin lebih mengenal penulis dan ingin berdiskusi lebih luas lagi dapat menghubungi email : m.septa.hendriyanto@gmail.com dan no. telp : 085655812592.